

Treball de Fi de Màster

Màster Universitari d'Enginyeria Industrial

Avant projecte de la construcció d'una nova Estació Transformadora i Repartidora 110 kV/ 20 kV a La Massana; justificació i anàlisi d'alternatives.

MEMÒRIA

Autor:	Elisa Mora
Director:	Marc Calvert
Ponent:	Jordi Freixa
Convocatòria:	Setembre 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

Forces Elèctriques d'Andorra (en endavant FEDA), és l'empresa encarregada de produir, distribuir i transportar l'energia elèctrica al Principat d'Andorra. Amb l'objectiu de millorar el servei ofert i poder fer front a la demanda elèctrica a llarg termini, FEDA inclou en el pla director i inversor la construcció d'una nova Estació Transformadora i Repartidora (en endavant ETR) a La Massana, la primera a les Valls del Nord.

Aquesta nova ETR permetrà, entre altres, millorar l'eficiència de la xarxa elèctrica i l'explotació de FEDA. Així com el servei ofert a l'empresa repartidora local Nord Andorrà S.A.

Degut a la situació del terreny cedit pel Comú de La Massana, a proximitat d'habitatges unifamiliars i terrenys de propietat privada. FEDA elabora i redissenya alternatives al projecte inicialment plantejat per presentar i elaborar un projecte que convenci tant les autoritats locals com els veïns afectats per la infraestructura projectada. En primera instància es consideren diverses localitzacions que per les característiques de les alternatives es descarten, ja que dificultaven tant la construcció com l'explotació de la xarxa un cop construïda.

A través d'un anàlisi de diferents factors ambientals, paisatgístics, tècnics i econòmics s'elabora un estudi de tres alternatives d'implantació per la construcció de la nova Estació Transformadora i Repartidora de La Massana. S'estableixen uns indicadors dels factors que permetran elaborar una puntuació dels factors considerats. Es considera també la relació entre els factors escollits tenint en compte una ponderació dels factors segons l'impacte final en l'estudi. Finalment s'obté puntuació per distingir i classificar les diferents alternatives. Entre les implantacions presentades consten l'original en rectangle, una implantació en trinxera i finalment una implantació reduïda en quadrat, aquesta última obté la puntuació més favorable.

Finalment, gràcies a l'anàlisi d'alternatives, FEDA ofereix tres alternatives d'implantació amb una clara orientació a l'alternativa que ha obtingut una orientació favorable. Aquesta alternativa serà presentada a les autoritats locals i als veïns de la zona amb la intenció d'obtenir el vist i plau per prosseguir amb l'elaboració del projecte.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	2
1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Objectius del projecte	5
2. DESCRIPCIÓ I CONTEXTUALITZACIÓ DE LA SITUACIÓ ACTUAL	7
2.1. Infraestructures elèctriques del Principat d'Andorra.....	8
2.2. Demanda elèctrica al Principat d'Andorra	10
2.3. Projecte: Nova subestació elèctrica a les Valls del Nord	14
2.3.1. Justificació del projecte d'Interès Nacional	15
2.3.2. Descripció de l'evolució fins a la situació actual de l'estat del projecte	17
3. CARACTERÍSTIQUES DE LA NOVA ESTACIÓ TRANSFORMADORA I REPARTIDORA DE LA MASSANA	20
3.1. Descripció General	20
3.1.1. Premisses de disseny	20
3.1.2. Criteris bàsics de disseny	21
3.1.3. Característiques generals tècniques del projecte	22
3.1.4. Recursos econòmics afectats.....	22
3.1.5. Termini estimat d'execució	22
3.2. Característiques de les instal·lacions i equips necessaris	22
3.2.1. Conductors d'Alta tensió d'arribada a l'ETR	23
3.2.2. Joc de barres de mitja i alta tensió	24
3.2.3. Transformadors de potència 110 kV /21 kV	24
3.2.4. Aparellatge elèctric	26
3.2.5. Sistema Centre de Control Numèric (en endavant, CCN), i proteccions	27
3.2.6. Sortides de mitja tensió	31
3.2.7. Altres equipaments (serveis auxiliars, circuit de terres,...).....	32
3.2.8. Obra civil.....	33
3.3. Conseqüències derivades de la construcció de la nova Estació Transformadora i Repartidora de La Massana	34
4. CARACTERÍSTIQUES DE LA NOVA LÍNIA D'ALTA TENSÍO 110 KV ENTRE LES SUBESTACIONS D'ENCAMP – RANSOL – LA MASSANA.	38

4.1. Descripció general.....	38
5. PRESENTACIÓ I ANÀLISIS DE LES DIFERENTS ALTERNATIVES DE LOCALITZACIÓ I IMPLANTACIÓ DE L'ESTACIÓ TRANSFORMADORA I REPARTIDORA DE LA MASSANA	41
5.1. Presentació alternatives de la localització de la nova ETR de La Massana.....	41
5.2. Anàlisi d'alternatives d'implantació de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20 kV a La Massana	44
5.2.1. Mapes utilitzats en la anàlisi de les alternatives considerades	47
5.2.2. Impactes en base als factors considerats de les alternatives considerades ..	47
5.2.2.1. Efectes sobre el territori	47
5.2.2.2. Efectes sobre el soroll	48
5.2.2.3. Efectes sobre el paisatge (integració paisatgística).....	56
5.2.2.4. Efectes sobre la població	62
5.2.2.5. Efectes sobre la salut	63
5.2.2.6. Dificultats de construcció	65
5.2.2.7. Dificultats d'ampliació de l'ETR.....	66
5.2.2.8. Cost econòmic de l'execució	67
5.2.3. Resum final dels impactes	69
6. COST DEL PROJECTE	71
6.1. Cost de recursos humans	71
6.2. Cost dels recursos materials.....	71
6.3. Cost total del projecte	72
CONCLUSIONS	75
BIBLIOGRAFIA	77
Referències bibliogràfiques	77
Bibliografia complementària	78

1. Introducció

Forces Elèctriques d'Andorra, és l'empresa encarregada de la producció, transport i distribució de l'energia elèctrica al Principat d'Andorra. Fruit de les necessitats de la xarxa actual i amb l'objectiu de fer front a la demanda elèctrica del país a llarg termini, s'inclouen en el pla director de l'empresa un seguit de projectes que milloraran les infraestructures actuals.

Dins del pla director i inversor del 2016 es destaca la construcció d'una nova Estació Transformadora i Repartidora (en endavant ETR) de 110 kV a 20 kV a les Valls del Nord. Pel moment, les valls del nord s'alimenten amb dues línies de mitja tensió i l'empresa local Nord Andorra S.A. es fa càrrec de la distribució d'energia elèctrica. Aquesta infraestructura permetrà millorar tant el servei ofert per FEDA com el servei ofert per Nord Andorrà S.A., ampliant les línies de mitja tensió que alimentaran la xarxa de Nord Andorrà S.A.

Per la construcció d'aquesta nova subestació elèctrica, es compta amb un terreny cedit pel Comú de La Massana al poble de l'Aldosa, a la parròquia de La Massana. Aquest terreny es troba al peu de la piona aero-soterrània actual de la línia de mitja tensió. El terreny, però, es troba actualment pròxim a habitatges unifamiliars i a terrenys de propietat privada, els propietaris dels quals s'han unit per crear una plataforma per evitar la construcció de l'Estació Transformadora i Repartidora dissenyada. Per aquest motiu, FEDA, juntament amb el Govern d'Andorra i el Comú de La Massana han considerat diverses alternatives tant de localització com de disseny. És consideren dues alternatives de localització sent, per una part el terreny ja esmentat i per l'altra una diversitat de terrenys ubicats a la carretera de Beixalís sota la línia de mitja tensió. Per altra banda es consideren també tres alternatives de disseny o implantació; una implantació rectangular, una segona en trinxera i la tercera i última de mida més reduïda en implantació quadrada.

1.1. Objectius del projecte

Els objectius del projecte i del present document es defineixen doncs a continuació:

- Justificar la necessitat de construcció de la nova ETR de La Massana i els impactes sobre la xarxa i servei actual
- Descriure els principals equips i instal·lacions de l'ETR
- Descriure les noves connexions amb la nova ETR de La Massana i els impactes sobre la xarxa actual

- Analitzar les alternatives de implantació i localització per fer front al requeriment de la plataforma veïnal
- Obtenir una clara classificació de les alternatives per a poder ser presentades a les autoritats locals i veïns de la zona

2. Descripció i contextualització de la situació actual

FEDA, Forces Elèctriques d'Andorra, és una empresa de dret públic creada per la llei del 14 de gener del 1988, que ha estat derogada per la nova llei 05/2016.

Les activitats principals de FEDA són la compra, transport i producció d'energia elèctrica a Andorra. A més, en certs indrets del principat com són les parròquies de Canillo, Encamp (exceptuant el Pas de la Casa), Andorra la Vella i Escaldes-Engordany s'ofereix la distribució en mitja i baixa tensió.

L'any 2012 per iniciativa del Govern es va impulsar una reflexió sobre el futur del sector energètic i les possibilitats de desenvolupament. Es va publicar el llibre blanc d'energia on es recull els objectius a mig termini del sector, els més significatius són:

- Incrementar l'autonomia d'Andorra en matèria energètica mitjançant el desplegament de centrals de producció en el país.
- Millorar els resultats mediambientals del sector afavorint fonts d'energia menys contaminants.
- Assegurar-se de la durabilitat del sistema energètic a llarg termini mitjançant el reforç de les interconnexions elèctriques amb països veïns i la diversificació de les fonts d'energia.
- Mantenir la competitivitat dels costos de l'energia pel consumidor final.
- Obrir la producció d'electricitat al capital privat.
- Mantenint el concepte de servei públic.

El desenvolupament d'aquests grans principis porta a FEDA a definir un pla a 10 anys pel sector energètic andorrà que permeti: millorar la diversificació i l'eficiència energètica del país, obrir-se a nous sectors (cogeneració, xarxes de calor i hidroelèctriques) i a nous serveis (carregador de vehicle elèctric, eficiència energètica als edificis,...) amb la possibilitat de fer-ho de la mà del sector privat, mitjançant la creació de noves societats mercantils.

2.1. Infraestructures elèctriques del Principat d'Andorra

FEDA, per donar resposta als seus clients compta amb instal·lacions i equips que es poden resumir en tres tipus diferents. Instal·lacions de producció, equips de transport i distribució i instal·lacions de transformació.

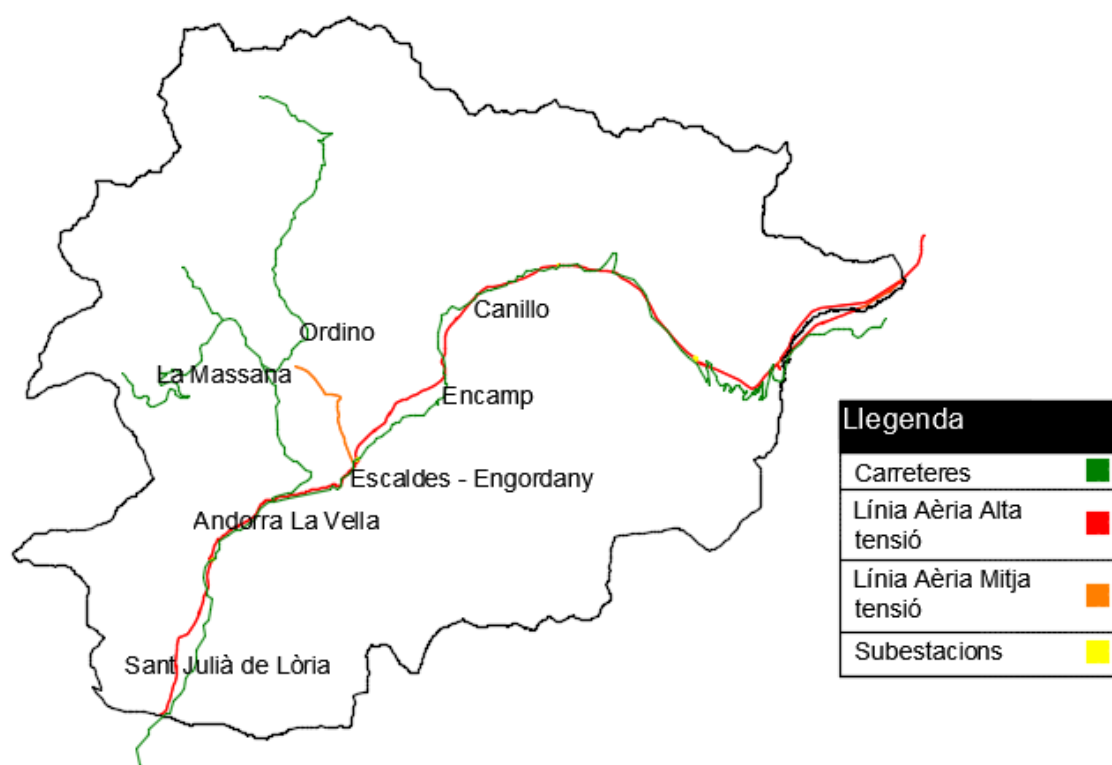
Pel que fa a les instal·lacions de producció Andorra produeix una mitjana de 80 GWh per any gràcies a la central hidroelèctrica situada al peu del llac d'Engolasters. Aquesta instal·lació va ser posada en servei el 1934 i ha estat des de llavors una font continuada de producció d'electricitat renovable. Actualment aquesta producció se situa entre el 15% i el 20% del consum del país. A més, recentment, compta amb la planta de cogeneració de Soldeu i les plaques fotovoltaïques situades al sostre de l'Estació Nacional d'autobusos.

Pel que fa als equips de transport i distribució, actualment, la xarxa elèctrica de FEDA té uns 700 (entre línies d'alta, mitja i baixa tensió) quilòmetres de cables dels quals el 84% està soterrat. El soterrament de les línies ajuda a conservar el paisatge, és un element de seguretat important que beneficia la qualitat del servei en tenir molts menys problemes tècnics perquè no pateix les inclemències del temps.

Per últim, actualment, FEDA disposa de 4 Estacions Transformadores i Repartides (en endavant, ETR) entre la Margineda, Encamp, Ransol i Grau Roig. Aquestes instal·lacions permeten distribuir tota l'energia elèctrica que demana el país en tot moment.

En l'annex I presenta un esquema simplificat de les infraestructures elèctriques i les característiques principals, amb l'objectiu de descriure la situació actual, on s'inclou des de la generació, alimentació i transport, fins a les subestacions transformadores repartidores encarregades de subministrar a les xarxes de distribució, formant l'últim esglaó del sistema elèctric de potència, que abasten des dels centres de transformació (en endavant, CT) fins a les escomeses domèstiques en baixa tensió.

Pel que fa a la distribució en l'espai geogràfic del país, la majoria d'instal·lacions elèctriques travessen la Vall d'Orient, on es troben les parròquies d'Encamp i Canillo. Pel que fa a les Valls del Nord, l'empresa responsable de la distribució en mitja i baixa tensió és una empresa local; Nord Andorrà S.A. qui s'encarrega de distribuir electricitat a la població i empreses de la Vall del Nord. Així doncs, esquemàticament, la distribució de les línies d'alta tensió i ETR's del principat quedaria repartida segons la Imatge 1 que es presenta a continuació.



Imatge 1: Croquis del mapa d'Andorra

A continuació, s'inclou també la Taula 1 amb dades publicades pel departament d'estadística d'Andorra amb la distribució de la població per parròquies que facilitarà la comprensió de futurs raonaments.

POBLACIÓ ESTIMADA PER PARRÒQUIA

SÈRIES AMB PERIODICITAT MENSUAL.	2016
Total població. Població estimada.	73.105
Total parroquial. Població estimada a Canillo	3.670
Total parroquial. Població estimada a Encamp	10.963
Total parroquial. Població estimada a Ordino	4.577
Total parroquial. Població estimada a La Massana	9.318
Total parroquial. Població estimada a Andorra la Vella	21.672
Total parroquial. Població estimada a Sant Julià de Lòria	8.857
Total parroquial. Població estimada a Escaldes-Engordany	14.048
Total població. Població estimada.	73.105

Període: 01/01/2016 al 31/12/2016

Font: Comuns / Censos parroquials dels Comuns

Unitat: persones

Taula 1: Distribució de la població d'Andorra per parròquies

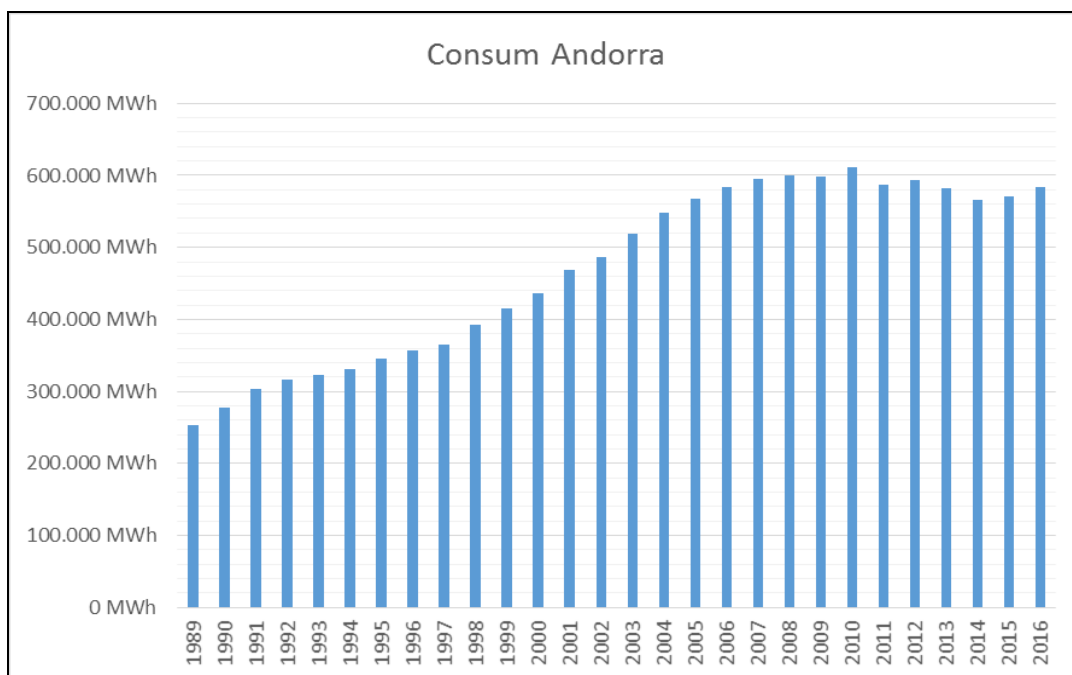
2.2. Demanda elèctrica al Principat d'Andorra

La demanda d'energia elèctrica del Principat d'Andorra és una de les variables més importants que influeix en el pla d'inversions. És clau per identificar i dissenyar les infraestructures que es requeriran a mig i llarg termini per garantir el subministrament elèctric.

Des del 1989 fins al 2007 el consum elèctric d'Andorra es va més que duplicar amb un factor de 2,35, és a dir, el 1989 va haver-hi un consum energètic total anual de 253,3 GWh arribant al 2007 fins als 595,7 GWh, el que representa un creixement anual mitjà del 4,89%.

A partir del 2008, coincidint amb l'inici de la crisi econòmica europea, i fins al 2014 la tendència canvia i disminueix un 0,72% anual mitjà, arribant a disminuir un 3,9% entre l'any 2010 i 2011. Finalment a partir del 2015 el consum elèctric anual d'Andorra canvia novament la tendència i creix amb un 2,2% el 2016.

Tot seguit, en el següent Gràfica 1 es mostra el balanç energètic anual des del 1989 fins al 2016 amb un creixement anual mitjà del 3,20%. A l'espera de les dades de l'any 2017 i demostrar la mantinguda tendència creixent.



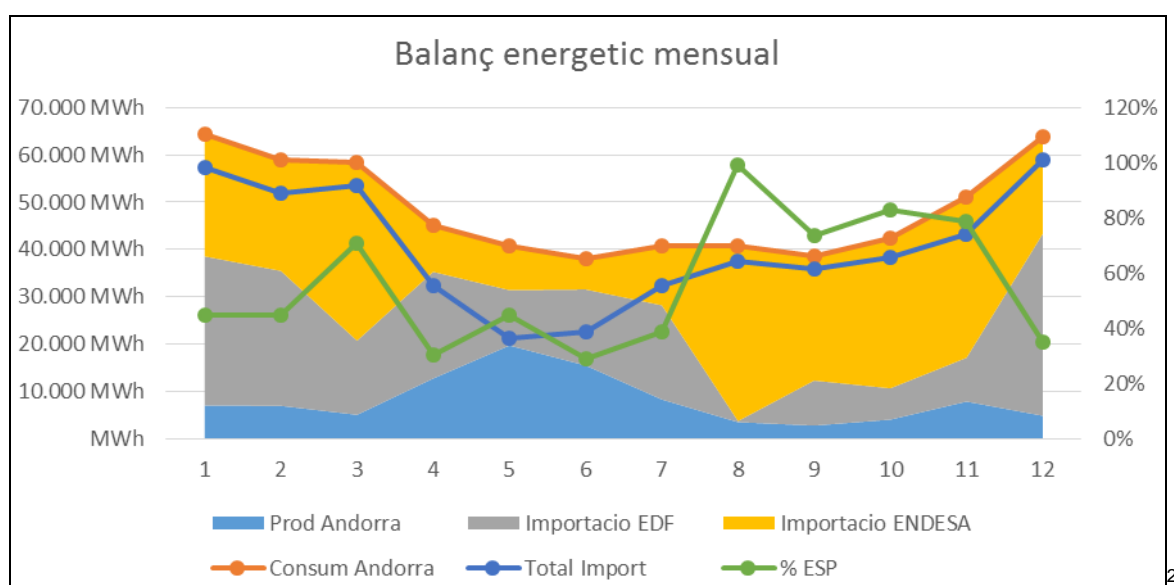
Gràfica 1: Evolució del consum elèctric Andorra¹

¹ Les dades necessàries per a la realització de la Gràfica 1 es poden consultar en l'Annex II: Dades del consum i demanda elèctrica, veure la Taula 1

La recuperació de la tendència creixent de demanda elèctrica a Andorra s'atribueix, en part, a la recuperació econòmica que afavoreix l'arribada, de nou, de grans arribades de turistes. A més, Andorra deixa de disminuir la població i inverteix també la tendència en favor del creixement de població.

Per altra banda, cal veure que el consum d'electricitat al llarg de l'any no oscil·la al voltant d'un valor mig. Es estacionari, el consum dels mesos de Gener, Febrer, Març i Desembre, representa any rere any aproximadament el 40% del consum total anual. Concretament, l'any 2016 va significar el 42% del consum total anual. Així doncs s'evidencien dues temporades, la temporada d'hivern que representa el pic i la temporades de tardor, estiu i primavera que representen la vall en quant a dades de consum elèctric. Aquest augment del consum s'explica, en part, pel gran augment de població que pateix Andorra durant la temporada d'hivern i pel ple funcionament de les estacions d'esquí que representa una demanda elèctrica inexistent fora de la temporada hivernal.

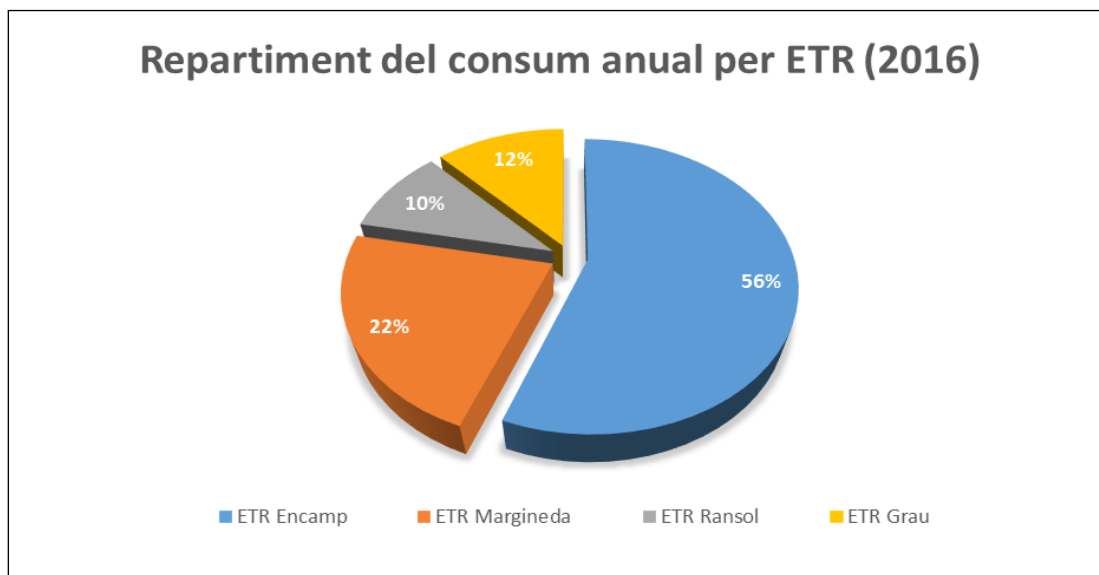
En la Gràfica 2 s'evidencia el descrit anteriorment i, a més, aporta informació sobre el volum d'electricitat importada des de les dues fonts amb que compta el Principat, ENDESA (per part d'Espanya) i EDF (per part de França).



Gràfica 2: Consum anual desgloçat d'electricitat a Andorra

² Les dades necessàries per a la realització de la Gràfica 2 es poden consultar en l'Annex II: Dades del consum i demanda elèctrica, Taula 2

Vista la fluctuació important de demanda durant l'any, en primera instància, s'analitza com es reparteix l'energia elèctrica en mitja tensió (MT) entre les diferents infraestructures (ETR). L'objectiu és analitzar el repartiment de la demanda elèctrica actual i quin és el marge de creixement a curt termini, sense realitzar cap inversió.



Gràfica 3: Repartiment del consum anual per ETR

Actualment, l'ETR d'Encamp cobreix el 56% de la demanda elèctrica total del centre urbà del Principat (Andorra la Vella, Escaldes-Engordany...) i de les Valls del Nord (La Massana, Ordino...) essent una ETR estratègica i alhora sensible, ja que en cas d'incident greu en aquesta, es veuria afectat el subministrament elèctric al centre del país i a les Valls del Nord.

Tres dels cinc transformadors de l'ETR d'Encamp es destinen a garantir el subministrament al centre del Principat (Andorra, Escaldes-Engordany...) amb una potència instal·lada de 72 MW (amb 36 MW socorreguts) essent la punta de consum enregistrada de 47 MW.

Els altres dos transformadors es destinen principalment a alimentar les Valls del Nord (La Massana, Ordino ...) i alguna zona d'Encamp, amb una potència instal·lada de 36 MW (amb 36 MW socorreguts) obtenint una punta de consum el 2015 de 21 MW, dels quals 17 MW estaven destinats a les Valls del Nord.

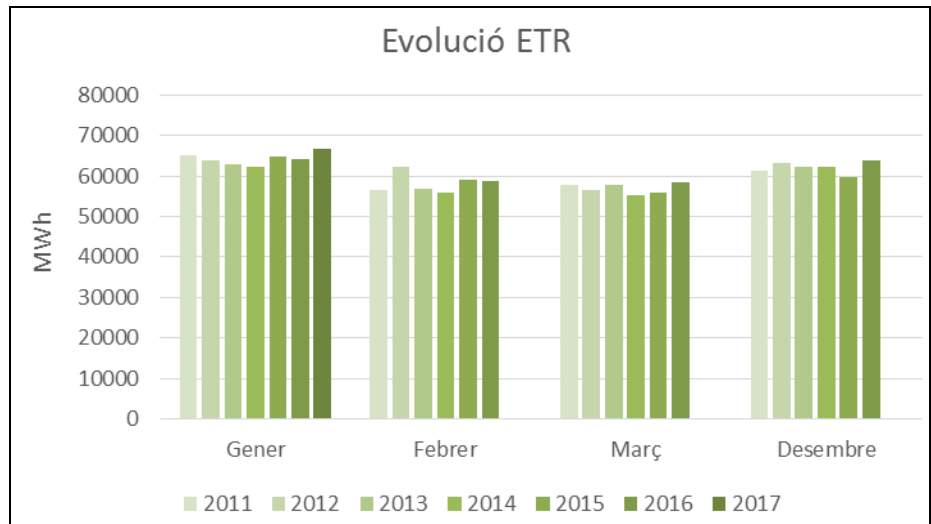
Globalment, la punta de consum màxima enregistrada durant el 2016 en tot el Principat va ser de 125,8 MW durant el febrer, essent el segon màxim obtingut (el primer va ser de 126,6 MW el 2012).

L'estudi del repartiment de càrregues, a més, s'ha de basar en diverses premisses per garantir un servei òptim d'explotació

- Càrrega màxima dels transformadors d' Alta Tensió (en endavant, AT) en un 50% de la seva potencia nominal per assegurar el N-1 en cas d'avaría.
- Càrrega màxima a nivell de línies de Mitja Tensió (en endavant, MT) per assegurar els buclatges per una altra línia de MT en cas d'avaría.
- Situar els punts de buclatge telecomandats de les línies MT en punts estratègics susceptibles d'avaries com poden ser trams aeris, permetent així més ràpidament la restitució de servei.
- Millora del TIEPI³ descarregant les ETR's interiors del país (Encamp i Ransol) i apropant la càrrega cap a les ETR's de les fronteres (Grau Roig i Margineda), per minimitzar el número de clients tallats en cas d'avaría en una LAT interna (Margineda-Encamp, Encamp-Ransol o Ransol-Grau Roig).
- Minimitzar les pèrdues a les línies d'alta tensió apropant la càrrega a les ETR's frontera.

Tenint en compte les dues gràfiques anteriorment presentades, cal fer un seguiment de la demanda de les ETR en els mesos de Gener, Febrer, Març i Desembre en ser els mesos on la demanda elèctrica és més elevada al principat. Es veu doncs, la tendència creixent al llarg dels últims anys durant els mesos pic, fet que de continuar en aquesta tendència, podria donar problemes per complir els requeriments d'exploració si s'obvia l'actuació.

³ Temps d'Interrupció Equivalent a la Potència Instal·lada: és un índex que reflexa anualment la durada, en hores, de una hipotètica interrupció del subministrament referit a la potencia total instal·lada en la zona. Equival a la suma de la durada de totes les interrupcions reals fora de servei; es té en compte la potencia afectada en cada un dels talls de subministrament.



Gràfica 4: Evolució del consum de les ETR's des de 2011

Finalment, caldria destacar la posició estratègica i sensible en que es troba l'ETR d'Encamp, donant servei a més de la meitat de la demanda elèctrica total a més del recobriment de la tendència creixent del consum d'electricitat en el Principat d'Andorra. D'aquesta manera FEDA es marca com a objectiu descentralitzar la demanda elèctrica de l'ETR d'Encamp, entre d'altres.

2.3. Projecte: Nova subestació elèctrica a les Valls del Nord

Actualment l'energia elèctrica consumida per les Valls del Nord està distribuïda per Nord Andorra, SA (en endavant, NASA), client de FEDA. La connexió entre FEDA i NASA es fa a través de l'ETR Encamp amb 3 línies de mitjana tensió.

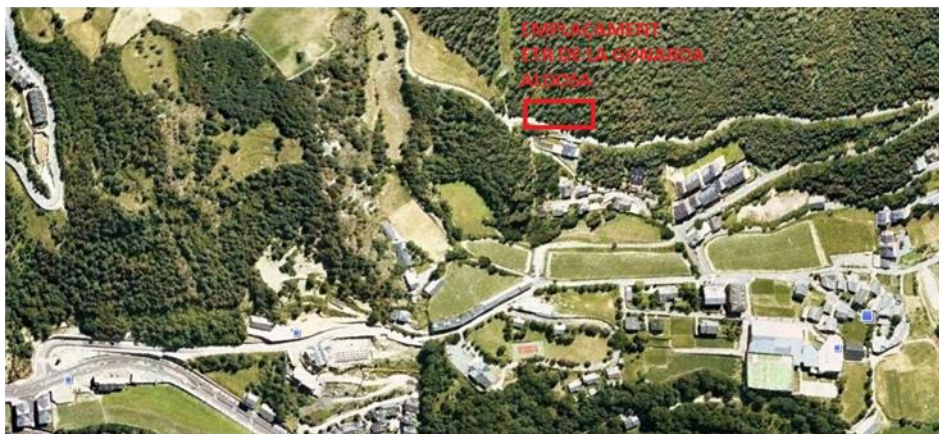
El creixement de la demanda d'energia elèctrica a les Valls del Nord va fer que el Comú de La Massana, a demanda de FEDA, reservés un terreny ubicat a la Gonarda prop de l'arribada de la línia d'alta tensió entre Encamp i La Massana per a la construcció d'una futura ETR. El Comú de La Massana va reservar dit terreny dins del pla urbanístic, dins d'una unitat d'actuació de sòl per equipaments comunitaris.

La parcel·la en qüestió és de titularitat comunal i es troba lliure de càrregues o gravàmens i també d'arrendataris o ocupants, per qualsevol títol. FEDA ha inclòs, des de fa uns anys, dita infraestructura en el seu pla d'inversions.

⁴ Les dades necessàries per a la realització de la Gràfica 3 i Gràfica 4 es poden consultar en l'Annex II: Dades del consum i demanda elèctrica, Taula 3

El pla d'inversions de FEDA junt amb el corresponent pressupost dels anys 2016 i 2017, ja preveu iniciar els tràmits per a la construcció d'aquesta estació a fi i efecte de posar-la en funcionament el 2021.

A continuació es presenta la Imatge 2 amb la localització de l'ETR:



Imatge 2: Terreny reservat pel comú de La Massana

La necessitat d'una nova Subestació elèctrica per cobrir el servei a les Valls del Nord no causa inconvenient a cap de les parts implicades en el projecte. Tot i així hi ha una forta oposició veïnal en quant a la situació i/o disseny de la subestació. Es per això que FEDA, juntament amb el Molt Honorable Comú de La Massana i la plataforma veïnal, han hagut de treballar en el disseny i avaluació de diferents alternatives.

L'argument principal de la plataforma veïnal per a oposar-se a la construcció de la subestació en el terreny reservat, recau en l'impacte ambiental, visual i en la salut que el projecte presenta sobre els habitatges unifamiliars de proximitat.

2.3.1. Justificació del projecte d'Interès Nacional

FEDA, com a organisme públic, presenta les necessitats de la xarxa al Govern d'Andorra. És, el Govern qui, mitjançant l'aplicació de la llei que permet decretar projectes com a "projecte d'interès nacional" qui finançarà las inversions que s'acordin segons el pla d'inversions de FEDA. Es per això que, abans de presentar el plec de bases del concurs per l'adjudicació del projecte, cal passar per la fase ineludible de declaració del projecte d'interès nacional.

L'evolució del consum explicada anteriorment el l'apartat 2.2[1, 2 i 3] ha motivat, en aquests trenta anys, un canvi radical pel que fa a l'autonomia elèctrica d'Andorra. L'any 1974 la producció elèctrica interna era equivalent, en el còmput anyal, al consum; evidentment

l'equilibri no era permanent a causa de l'estacionalitat de la producció hidroelèctrica. L'any 2016 la producció interna va representar el 17% del consum global, 14,4% de la central hidroelèctrica i 2,6% del centre de tractament de residus (CTR).

Com s'ha vist anteriorment, actualment, l'ETR d'Encamp cobreix el 56% de la demanda elèctrica total del centre urbà del Principat (Andorra la Vella, Escaldes-Engordany...) i de les Valls del Nord (La Massana, Ordino...) essent una ETR estratègica i alhora sensible, ja que en cas d'incident greu en aquesta, es veuria afectat el subministrament elèctric al centre del país i a les Valls del Nord.

D'altra banda, entrant més en detall, a l'ETR d'Encamp, els transformadors números 1, 2 i 3 es destinen a garantir el subministrament al Centre del Principat (Andorra, Escaldes-Engordany...) amb una potència instal·lada de 72 MW (amb 36 MW socorreguts) essent la punta de consum enregistrada de 47 MW. En canvi els transformadors números 4 i 5 es destinen principalment a alimentar les Valls del Nord (La Massana, Ordino...) i alguna zona d'Encamp, amb una potència instal·lada de 36 MW (amb 36 MW socorreguts) obtenint una punta de consum el 2015 de 21 MW, dels quals 17 MW estaven destinats a les Valls del Nord.

La realització d'una nova ETR a La Massana a "La Gonarda", contribueix a garantir el creixement de consum a les valls d'Ordino i de La Massana, ja que un creixement superior al 20% dificultaria la garantia del socors en cas d'avaria en una de les línies de mitjana tensió que alimenten aquesta zona.

Aquesta ETR també disminuiria la càrrega a l'ETR d'Encamp deixant, per una part, potència pel possible creixement de les zones d'Andorra a Vella, Escaldes-Engordany i Encamp, i facilitant l'explotació en cas d'avaria en aquesta.

L'emplaçament escollit, resulta estratègic a causa de la seva proximitat amb la línia d'alta tensió que actualment enllaça amb la distribuïdora Nord Andorra, SA.

Per altra banda, la construcció d'una nova estació transformadora, requereix de l'alimentació de la nova ETR amb noves línies d'alta tensió. Aquest fet, presenta una oportunitat per optar per una connexió que beneficiï l'explotació de la xarxa en quant a robustesa i resiliència del servei. Més endavant en aquest document s'explica i defineix, en trets generals el projecte previst per la connexió de l'ETR de La Massana amb la xarxa actual d'alta tensió de FEDA.

Finalment, el projecte per a la realització de la nova subestació, a la zona de la "La Gonarda" dins el poble de l'Aldosa, contribueix a:

- 1- Facilitar el desenvolupament energètic de les Valls del Nord i garantir el

creixement del consum elèctric de les parròquies de La Massana i Ordino;

2- Garantir el servei en cas de manteniment o avaria en una de les línies de mitjana tensió que alimenten actualment les Valls del Nord;

3- De manera indirecta, disminuir la càrrega de l'ETR d'Encamp, derivant-la a la futura instal·lació, permetent el creixement de les zones del centre d'Andorra (com per exemple Andorra la Vella, Escaldes, etc.).

2.3.2. Descripció de l'evolució fins a la situació actual de l'estat del projecte

La reserva del terreny de La Gonarda, es va fer al 1991 en previsió del possible augment de la demanda.

A principis d'aquest any, 2017, es va començar els estudis pertinents per començar a elaborar i redactar el projecte de construcció d'una nova ETR a La Massana. Amb l'objectiu d'entregar els plecs del projecte a Govern durant l'estiu 2017 i licitar l'obra i permisos de cara al setembre. Durant el mes de maig, però, van començar els dubtes per part dels veïns pròxims al emplaçament de la futura instal·lació.

Aquests dubtes per part dels veïns s'expliquen degut a la proximitat real a la instal·lació i al desconeixement general de les implicacions de viure en proximitat d'una subestació transformadora i repartidora d'electricitat.

FEDA, amb la intenció de frenar la forta oposició veïnal ja organitzada en plataforma, va demanar uns estudis sobre l'afectació dels camps magnètics dins l'estació i als voltants. Aquests estudis van ser redactats pel CEM-UPC i presentats per FEDA als veïns de l'Aldosa durant el mes de maig.

Els veïns., però, seguien sense estar d'acord amb la implantació proposada i es per això que FEDA es va veure amb la necessitat de preparar alternatives de implantació i de reconsiderar la localització de la instal·lació.

Es així com, ara per ara, el projecte es troba en fase d'explicació de les alternatives i de l'estudi realitzat al respecte.

Les alternatives considerades es resumeixen en dos tipus, alternatives d'implantació i alternatives de localització.

Es consideren tres tipus d'implantacions diferents:

- Rectangular, la primera disposició del projecte.

- Quadrada, més compacta que l'anterior, en dues plantes.
- En trinxera, per disminuir l'impacte visual es presenta una alternativa gairebé soterrada.

Pel que fa a la localització, es reconsidera l'opció descartada anys enrere de la construcció de la subestació sobre la collada de Beixalís, entre les pilones 5 i 7 de l'actual línia de mitja tensió que creua la collada d'es d'Encamp fins La Massana.

Més endavant, durant el desenvolupament del punt 7 d'aquest document, es descriuen detingudament les alternatives així com es presenten les conclusions dels diferents estudis encomanats per a poder avaluar les alternatives i presentar-les tant a Govern com a la plataforma veïnal de l'Aldosa. A continuació, en la Taula 2, es presenta un calendari orientatiu del desenvolupament del projecte segons la previsió de FEDA.

CALENDARI ORIENTATIU I PASSOS A SEGUIR PER ETR LA GONARDA			
QUÈ	QUI	QUAN	
Conveni comú feda per cessió del terreny		1991	
Redacció estudi alternatives (3) segons Impacte Ambiental & Integració Paisatgística i redacció estudi Salut (CEM + Acústica), amb comparatiu Global (AIA, Paisatgístic., Salut i econòmic).	FEDA	Anirem rebent resultats des d'ara fins el 15 agost 2017.	
Compartir Alternatives amb Veïns	FEDA/GOVERN	Durant juliol i agost 2017	
Aprovació de la declaració de Projecte d'Interès Nacional	Govern	Finals de setembre 2017	
Redacció del projecte constructiu, amb els annexos que calen (estudi d'impacte ambiental, etc ...)	Arquitectes i enginyers contractats per FEDA	De setembre a novembre 2017 (3 mesos; realització Proj. Executiu OC, Integració arquitectònica, etc...)	
Exposició pública de l'estudi d'impacte ambiental	Comú de la Massana	Octubre 2017	
El Comú envia el projecte al Govern perquè els Ministeris elaborin els informes sectorials preceptius:	GOVERN (diferents Ministeris)	Octubre 2017 (Pot ser en paral·lel a Exposició Pública)	
<ul style="list-style-type: none"> • Medi Ambient (canvis del terreny natural, cobertura riu) • Riscos naturals • Accessibilitat (per a l'aparcament) • Seguretat antiincendis i evacuació (per a l'aparcament) 			
Tramesa dels informes sectorials favorables al Comú	GOVERN (MOT)	Novembre 17	
El Comú aprova el projecte	Comú	Novembre 17	
Contractació de l'obra civil	FEDA	Gener 2018	
Inici construcció (termini execució 12 mesos)	Empresa contractada per FEDA	Abril 2018	
Final obra	Empresa contractada per FEDA	Desembre 2020	

Taula 2: Calendari orientatiu desenvolupament del projecte

3. Característiques de la nova Estació Transformadora i Repartidora de La Massana

3.1. Descripció General

La nova subestació prevista a La Massana estarà formada per dos edificis pròxim a la ja existent Estació Transformadora (en endavant, ET) de NASA. Per respondre a les necessitats comptarà amb els diferents equips, les característiques dels quals es descriuran al llarg del punt 5.2.

- Dues arribades de línies d'alta tensió, des d'Encamp i des de Ransol.
- Dos transformadors de 110 kV / 21 kV i l'espai per un futur tercer transformador de mateixes característiques idèntiques
- Aparellatge elèctric amb embolcall metàl·lic i aïllat amb gas
- Un Centre de Control Numèric (en endavant, CCN) amb el programari corresponent per al control i la seguretat de la ETR
- Quatre sortides de mitja tensió connectades a l'ET de NASA

A més dels requeriments elèctrics, degut a l'orografia que presenta el terreny. L'obra requereix d'una realització prèvia de plataformes per a donar la forma requerida al terreny. Aquest tipus d'obres, a diferència de la instal·lació tècnica, es durà a terme per una empresa d'Andorra degut a l'experiència en aquest tipus d'instal·lacions tenint en compte la climatologia del país.

3.1.1. Premisses de disseny

Per tal de concebre el "Projecte d'Interès Nacional de Construcció d'una estació transformadora i repartidora de 110/20 kV a la zona de la Gornarda" s'han establert un seguit de premisses o principis bàsics de disseny que constitueixen el marc de desenvolupament d'aquest, i que són els següents:

Fer front al creixement de la demanda elèctrica

El pla ha de preveure una solució viable a mitjà termini per fer front al creixement de la demanda d'electricitat a Andorra, tenint en compte els recursos disponibles tant dins

d'Andorra com a l'exterior. Aquesta solució ha de ser vàlida per satisfer les necessitats de creixement del País a llarg termini.

Màxima qualitat de servei i seguretat de subministrament

Les obres del Pla no afectaran durant la seva execució el servei elèctric actual.

Una vegada acabades les obres es veurà millorada la qualitat del servei en mitjana tensió a NASA i a tota l'àrea d'Encamp, Escaldes-Engordany i Andorra la Vella pel fet de no dependre de l'ETR d'Escaldes i serem capaços de garantir una major qualitat de subministrament.

Impacte ambiental

El projecte ha de tenir com a premissa bàsica el respecte mediambiental.

Aquesta premissa, d'aplicació general per a totes les infraestructures, mereix una especial atenció en el nostre cas en referència a la integració amb l'entorn tenint en compte la vocació turística del nostre país i la minimització de l'impacte respecte als veïns més propers.

Millora de l'afectació urbanística

Les instal·lacions previstes en el Pla s'han ubicat en indrets on no puguin representar un impediment pel desenvolupament urbanístic ni per a l'ús del sòl en altres activitats (lleure, agricultura...) de les zones veïnes.

3.1.2. Criteris bàsics de disseny

El "Projecte d'Interès Nacional de Construcció d'una Estació Transformadora i Repartidora de 110/20 kV a la zona de la Gonarda" parteix de les premisses abans esmentades, i té en consideració els criteris de disseny que s'exposen a continuació.

Criteris de funcionalitat

Les noves infraestructures han de permetre seguir explotant la totalitat de les infraestructures actuals de 110 kV. A més han de reforçar l'alimentació de les ETR actuals, i potenciar-ne i rendibilitzar-ne l'ús.

Criteris ambientals

S'ha tingut molt en compte intentar minimitzar l'impacte que aquestes obres poden tenir sobre el medi, tant pel que fa a treballs com a posteriori, preservant les seves

característiques naturals i, en el cas que no sigui possible, regenerant al màxim les alteracions produïdes. En tot cas, en el moment de redactar els corresponents projectes constructius, es redactaran els preceptius estudis d'impacte ambiental.

D'altra banda, en aquest cas, s'ha tingut en compte en el disseny la integració ambiental i paisatgística mitjançant l'anàlisi d'alternatives d'implantació i ubicació d'equipaments.

També s'ha valorat la inexistent afectació a la població dels camps electromagnètics i de les emissions acústiques de l'ETR a la Gonarda.

3.1.3. Característiques generals tècniques del projecte

La consistència del projecte contempla els treballs d'obra civil per adequació dels accessos i plataformes juntament amb la construcció d'edificis per a la integració de tots els equips elèctrics en alta, mitjana i baixa tensió capaços de transportar, transformar, distribuir i controlar l'energia elèctrica, mitjançant una integració amb l'entorn, minimitzant l'impacte visual i garantint el compliment de totes les normatives constructives i mediambientals.

3.1.4. Recursos econòmics afectats

Les inversions necessàries per efectuar els treballs corresponents a la construcció de la nova infraestructura prevista en aquest pla, ascendeixen a un total **aproximat** de 8.500.000 € segons l'avantprojecte i pressupost.

De manera més detallada el pressupost global aproximat de l'obra seria:

Obra Elèctrica	4.500.000 €
Obra Civil (edifici)	2.500.000 €
Obra Civil (plataforma)	1.500.000 €
TOTAL	8.500.000 €

3.1.5. Termini estimat d'execució

Està previst acabar els projectes executius de les instal·lacions durant l'any 2018 amb l'objectiu de posar en funcionament la subestació durant el 2020.

3.2. Característiques de les instal·lacions i equips necessaris

A continuació es pretén presentar les característiques principals que presentaran els

equipaments principals de la nova ETR de La Massana.

3.2.1. Conductors d'Alta tensió d'arribada a l'ETR

Segons la ubicació finalment escollida es prendrà una o altra configuració en la part d'alta tensió. Cal doncs tenir en compte els requeriments tècnics alhora de prendre la decisió final. L'arribada en alta tensió a la subestació de La Massana es farà per dues línies aèries d'alta tensió que arribaran des d'Encamp i Ransol. Des de l'última pila considerada (depenen de la localització final) fins l'entrada a l'ETR es demana la connexió a través de conductors soterrats.

Cal doncs tenir en compte que, la pila on s'iniciï el soterrament requerirà del muntatge de la instal·lació necessària per a soterrar els conductors de forma òptima. Tant si s'escull una o altra localització, caldrà adaptar la pila al canvi aero-soterrani. Les pilones actuals son pilones "normalitzades" per l'empresa francesa "Réseau de Transport d'Électricité", resultant l'homòleg de FEDA a França. Així doncs, per fer les modificacions a la pila en qüestió, s'hi afegiran unes extremitats com les que es poden observar en la imatge següent.



Imatge 3: Fotografia de la pila aer-soterrània de l'obra de l'empresa "Electricité de France" a Corsica, 2016

Segons la localització final de l'ETR, caldrà fer una o altra connexió que requerirà d'una inversió econòmica i en temps diferent. Aquest aspecte es comentarà més endavant en el punt 7.

Pel que fa als conductors que permetran connectar els diferents equips dins de l'ETR, tant la llargada com el procediment de muntatge vindran definits segons la disposició finalment escollida. Més endavant, en el punt 7, es comentaran les diferències. Cal tenir en compte que, el radi de curvatura dels cables d'alta tensió és diferent durant la instal·lació i després de la instal·lació.

El radi de curvatura durant la instal·lació és entre 30 i 35 cops el diàmetre del conductor i el radi de curvatura després de la instal·lació es 20 cops el diàmetre segons el catàleg de conductors d'alta i molta alta tensió de *General Cable*. [5]

3.2.2. Joc de barres de mitja i alta tensió

Joc de barres de mitja tensió:

El joc de barres de mitja tensió queda aïllat a l'aire i té la funció de alimentar les rames d'on es desprenen les línies de mitja tensió que alimentaran les Estacions Transformadores de Mitja a Baixa tensió (en endavant, ET). El joc de barres de mitja tensió queda alimentat per conductors provinents del secundari dels transformadors de potència. Es compta amb un joc de barres per a cada transformador de potència. El compartiment format pels armaris, que envolten el joc de barres, de les rames de mitja tensió ha de ser invulnerable i robust per se. Les barres han de ser de coure o alumini de secció constant, gràcies a l'instal·lació modular dels armaris de les rames, es pot prolongar fàcilment les barres per a afegir una o varies línies de mitja tensió.

Joc de barres d'alta tensió:

El joc de barres d'alta tensió aïllat a l'aire queda substituït per l'aparellatge elèctric amb embolcall metàl·lic aïllat amb gas. Les barres d'alta tensió s'alimenten des de l'entrada de les línies d'alta tensió. En aquest cas provinents d'Encamp o Ransol. Aquest equip elèctric és l'encarregat d'alimentar els circuits primaris dels transformadors de potència.

3.2.3. Transformadors de potència 110 kV /21 kV

Per la perfecta explotació de la xarxa calen, mínim dos transformadors de potència a cada subestació elèctrica. Això és degut al requeriment tècnic de les premisses esmentades anteriorment en el punt 4.2. Cal que la càrrega dels transformadors de potència no superi el 50% de la seva capacitat per poder garantir el servei en cas d'avaria en el transformador.

Així doncs, per la nova estació transformadora i repartidora de La Massana s'estableix un disseny de tres cel·les per a transformadors de potència, de les quals una seria per ampliar la capacitat de la subestació en cas de necessitat en el futur. Aquesta disposició no és única en les ETR del país, totes les subestacions transformadores de 110/20 kV compten

amb una cel·la buida per a la instal·lació futura d'un nou transformador, a excepció del cas de l'ETR d'Encamp.

Degut a la necessitat de presentar alternatives constructives, una de les alternatives presenta només dues cel·les per allotjar transformadors. En aquest cas les cel·les resulten més grans ja que en cas de necessitar més capacitat es canviaria el transformador de potència per un de potència superior, per tant, d'envergadura superior.

Pel que fa doncs a les característiques dels transformadors que s'espera instal·lar, no difereixen gens dels transformadors instal·lats a les altres subestacions del Principat.

Les característiques principals dels transformadors es resumeixen a continuació:

TR: 110/20 KV 36 MVA tipus reductor de tensió		
Altitud (aïllament):	1350 m, exterior	
Tipus:	Transf. de potència	
Freqüència nominal:	50 Hz	
n de fases:	3 Fases	
Tipus de refredament:	ODAF ⁵	
Potència nominal:	36 MVA	
Tensió nominal:	Primari =	110 KV
	Secundari =	21 KV
Valors de base:	36 MVA 106,2 kV 21 kV $21 \cdot 21 / 36 = 12.25 \Omega$	
Pèrdues Ferro (100% Vn) :	19,41 kW	
Pèrdues Cu (36 MVA en Vn) :	206,9 KW	
Pèrdues Auxiliars :	6 kW	
Transformador Serveis Auxiliars:	5%/0,41-0,24kV	
	250kVA	
Norma:	CEI60076	

Taula 3: característiques principals dels transformadors requerits

Degut a les dimensions reduïdes en que s'ha d'instal·lar la subestació, es demana no superar les dimensions següents per als transformadors:

Per	el transport (*)	la instal·lació
• Longitud :	5 300 mm	5 500 mm
• Llargada :	2 900 mm	3 600 mm

⁵ ODAF prové de l'anglès, "Oil Directed Air Forced". El refredament del transformador es fa mitjançant oli refredat que entra al transformador i passa a través del bobinat per les vies d'oli prèviament decidides que assegurin una major velocitat de transferència de calor.

- Alçada : 3 900 mm 5 500 mm
 (*) depenent de la carretera d'accés

Les cel·les on s'allotjaran els transformadors cal que respectin aquests mides a més de l'espai necessari per permetre la circulació d'un operari per qualsevol costat. És demana doncs, un metre lliure per cada cara vista del transformador.

3.2.4. Aparellatge elèctric

L'aparellatge elèctric respon a la necessitat determinar el pas o no de l'energia en un circuit o estació elèctrica, compta amb seccionadors i interruptors. Anys enrere, l'aparellatge elèctric en les subestacions quedava sempre aïllat a l'aire o oli, en tractar-se de seccionadors i interruptors de circuits d'alta tensió, la superfície necessària per a la instal·lació resulta molt elevada. Actualment, el preu del sòl en ciutats o en proximitat de les ciutats ha portat a resoldre l'aparellatge elèctric en un espai més reduït. Per a la nova ETR de La Massana, es demana doncs un aparellatge de cel·les prefabricades sota embolcall metàl·lic i aïllat amb gas per l'estalvi d'espai que suposa enfront a altres solucions. Tot i així, no és l'únic avantatge que suposa.

Així doncs, en l'aparellatge aïllat en gas tots els components queden recoberts sota un embolcall metàl·lic. Aquest embolcall permet allotjar el gas, l'hexafluorur de sofre o SF6. El gas SF6, gràcies a les seves característiques, presenta propietats dielèctriques superiors que l'oli i l'aire. El SF6 envolta els conductors, els transformadors de tensió i corrent, els interruptors i altres components de l'aparellatge elèctric. Entre els avantatges que suposa comptar amb aparellatge elèctric aïllat amb gas, destaquen els següents:

1. Al trobar-se sota un embolcall metàl·lic resulten més segurs per a la manipulació dels operaris. Redueix el risc de l'atzar (per exemple foc o explosió)
2. Ús de l'espai reduït degut a la reduït arc elèctric que genera l'equip gràcies al ús del SF6
3. Fàcil manteniment i muntatge ⁶

Val a dir, però, que segons el document tècnic IEC 61634 [2] el SF6 no es responsable per la espontànea toxicitat de l'aire. A més, el gas SF6 tampoc contribueix a la destrucció de la capa d'ozó, tot i així si que cal destacar l'impacte sobre l'efecte hivernacle del gas degut al seu gran potencial d'escalfament global (PEG).⁷ El hexafluorur de sofre, amb una vida

⁶ Cal destacar que, segons el fabricant, podem trobar més o menys facilitats de maniobrabilitat. El model presentat per Siemens en la referencia bibliogràfica [1] .

⁷ PEG o, en anglès, "*Global Warming Potencial*", és una mesura de quant s'estima que una massa

mitjana de 3200 presenta un PEG als 20 anys d'horitzó temporal de 16300 [4].

Aquest tipus d'instal·lació, respondria a les necessitats requerides per FEDA per a la construcció de la nova subestació de La Massana degut la bona resposta experimentat en les ETR de Grau Roig i La Margineda (ja equipades amb GIS) enfront les ETR d'Encamp i Ransol que operen amb aparellatge aïllat a l'aire.

Per donar resposta a l'ampliació en el futur cal doncs, preveure espai per l'ampliació de l'aparellatge. Gràcies a la implantació per mòduls que es preveu instal·lar, cal comptar amb l'espai necessari per afegir els mòduls requerits.

3.2.5. Sistema Centre de Control Numèric (en endavant, CCN), i proteccions

Per tal de poder controlar i supervisar el funcionament de la subestació tant en local com a distància. Es requereixen d'un seguit de proteccions, detectors i automatismes que desencadenen un seguit d'alarmes i funcions en el sistema de control numèric.

El sistema CCN compta amb diferents equips i perifèrics per dur a terme la protecció, detecció, alarmes, etc. Com són:

L' Armari del sistema central:

Conté el calculador de la subestació o CCU⁸ (de l'anglès, "Control Command Unit") i l'estació d'operador o PO⁹ (del francès "Poste Operateur").

Segons l'empresa encarregada de d'instal·lació dels equips necessaris per al funcionament, s'instal·larà un sistema CCN amb una arquitectura o una altre.

Així doncs, cal un programa que permeti veure en directe el funcionament tant de les instal·lacions i equips de mitja i alta tensió.

Les particularitats de FEDA que opera tant com a organisme encarregat del transport d'electricitat com distribuïdor d'energia elèctrica el distingeix dels requeriments dels països

donada de gas hivernacle contribueix a l'escalfament global.

⁸ *Calculador de l'estació o CCU:* És el conjunt bastidors industrials d'ordinadors que constitueixen la funció de calculador de l'estació. El programa instal·lat permet realitzar la funció de gestió de base de dades, gestió de la passarel·la pel telecomandament, gestió dels autòmats de l'estació per programació lògica.

⁹ *Estació d'operador o PO:* Inclou totes les funcionalitats de que disposa l'organisme encarregat de l'explotació de l'estació (FEDA) així com el material i programari necessari per a realitzar les funcionalitats.

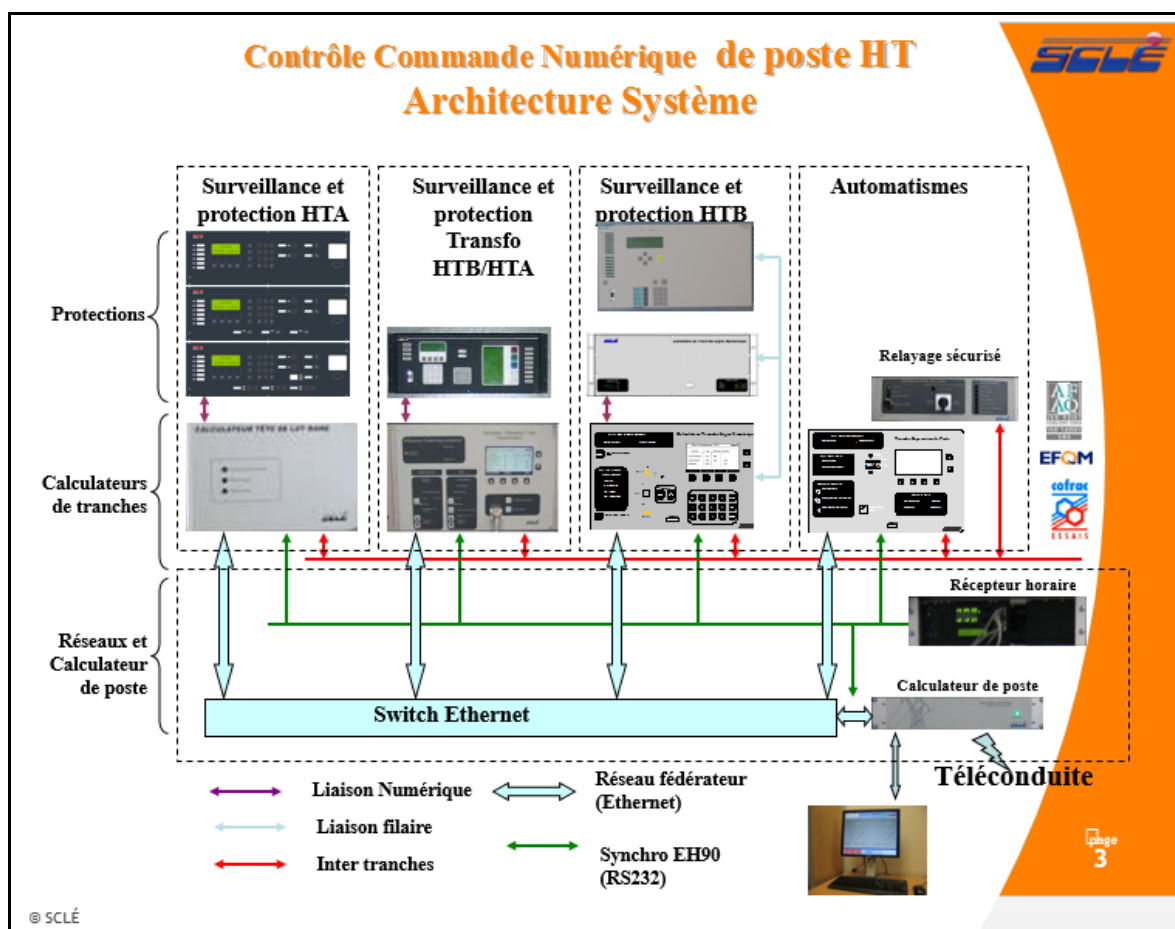
veïns. És per això que, després dels bons resultats del sistema instal·lat a l'ETR de Ransol es demana d'un sistema "híbrid". És a dir, que per a gestionar els circuits de alta i de mitja no es fa des de dos programes diferents. És demana poder intervenir tant en els circuits d'alta com de mitja des del mateix programari amb el mateix ordinador. Aquest fet facilita l'explotació ja que disminueix el nombre d'operaris necessaris per realitzar canvis en els circuits.

Per a l'explotació de les subestacions, FEDA demana un seguit de funcions, proteccions i automatismes que l'empresa encarregada d'instal·lar haurà de tenir en compte a l'hora de fer la proposta. Les funcions que cal garantir són les següents:

Funcionalitat del sistema CCN en local i/o telecomandats:

- Vigilància i protecció del sistema d'alta tensió
- Vigilància i protecció dels transformadors
- Vigilància i protecció del sistema de mitja tensió
- Gestió dels automatismes dels sistemes d'alta tensió, mitja tensió i transformadors

A continuació es presenta un esquema facilitat per SCLÉ , Imatge 4, que facilita la comprensió del funcionament i funcionalitats del sistema CCN:



Imatge 4: Esquema del sistema CCN

Funcions garantides pel sistema CCN:

- Garantir un nivell de funcionament satisfactori en tots els modes d'exploació de la subestació i en totes les fases de les rames (estat normal, estat consignat, consignació i des-consignació).
- Garantir l'ús del protocol IEC 61850¹⁰ i del suport físic de fibra òptica, la interoperabilitat entre constructors així com l'extensió, reemplaçament, modificació del sistema CCN o l'actualització del programari.
- Realitzar el telecomandament de l'estació fia el "Dispatching" per una connexió física establerta en el protocol IEC 60870-5-101¹¹

¹⁰ IEC 61850 és un estàndard per la automatització de subestacions. Entre d'altres, tracta les probes de conformitat que ha de superar un equip o arquitectura per a ser homologat.

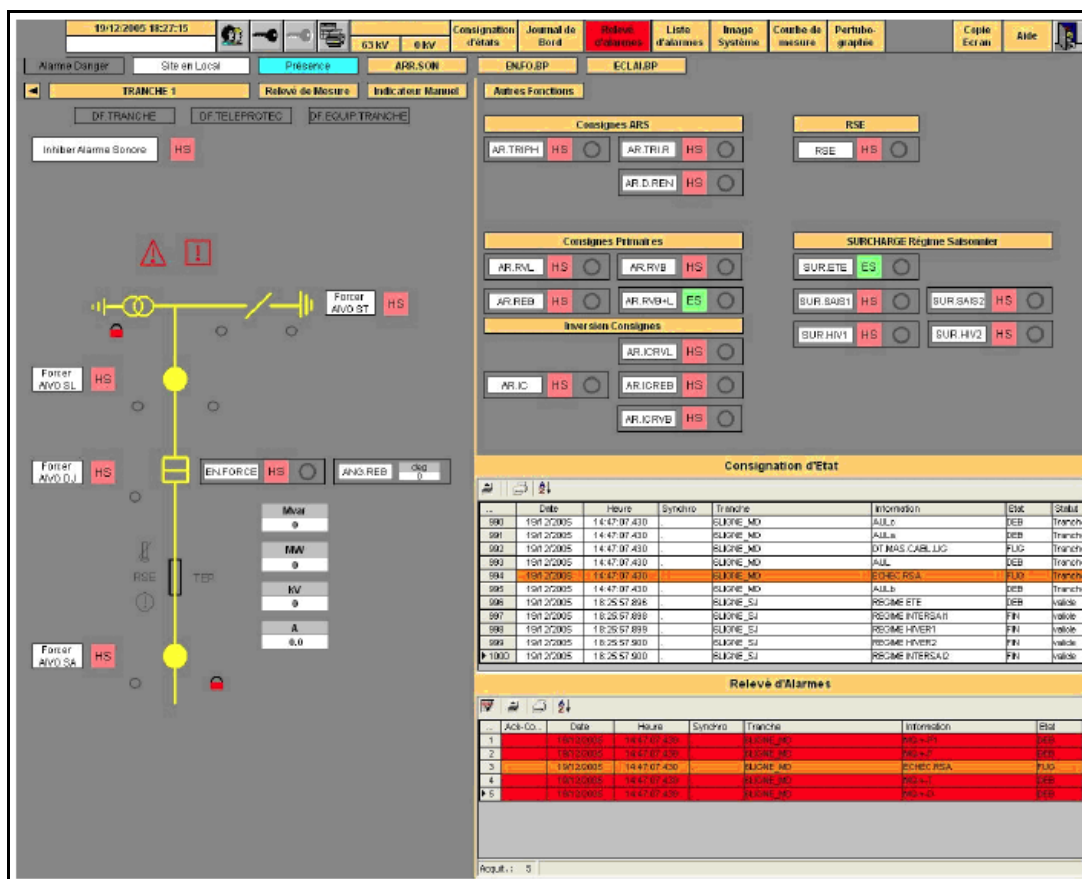
¹¹ IEC 608740-5-101 és una norma internacional preparada per la monitorització dels sistemes

- Realitzar la conducció en local des del PO de l'estació elèctrica
- Realitzar la els estats de consignació i la supervisió de la subestació
- Realitzar les funcionalitats dels automatismes a nivell de rama. Els equipaments de control han de disposar, a aquest efecte, d'una capacitat de parametrització lògica

A més, per part del programari instal·lat, es requereix, entre d'altres:

- La possibilitat de visualització unifilar de la subestació per nivell de tensió (alta i mitja)
- Identificació per colors del nivell de tensió i absència/presència de tensió en qualsevol equip de la subestació
- Visualització del llistat d'alarmes

A continuació és presenta , en la Imatge 5, un exemple de la visualització del sistema CCN instal·lat a l'ETR de Grau Roig, la particularitat que el diferencia de l'ETR prevista a La Massana es que l'ETR de Grau Roig compta amb transformadors de 225/110 kV i 110/20 kV.



Imatge 5: Exemple visualització rama mitja tensió del sistema de SIEMENS instal·lat a Grau Roig.

Per altra banda, cal destacar que l'arquitectura de les connexions del sistema CCN serà presentada per les empreses que es presentin al concurs públic i FEDA estudiarà les propostes i escollirà la més adient. L'arquitectura ha de ser aprovada per la norma internacional anteriorment esmentada i cal garantir l'explotació en cas d'avaria. Així doncs els equipaments de la xarxa han de ser redundants.

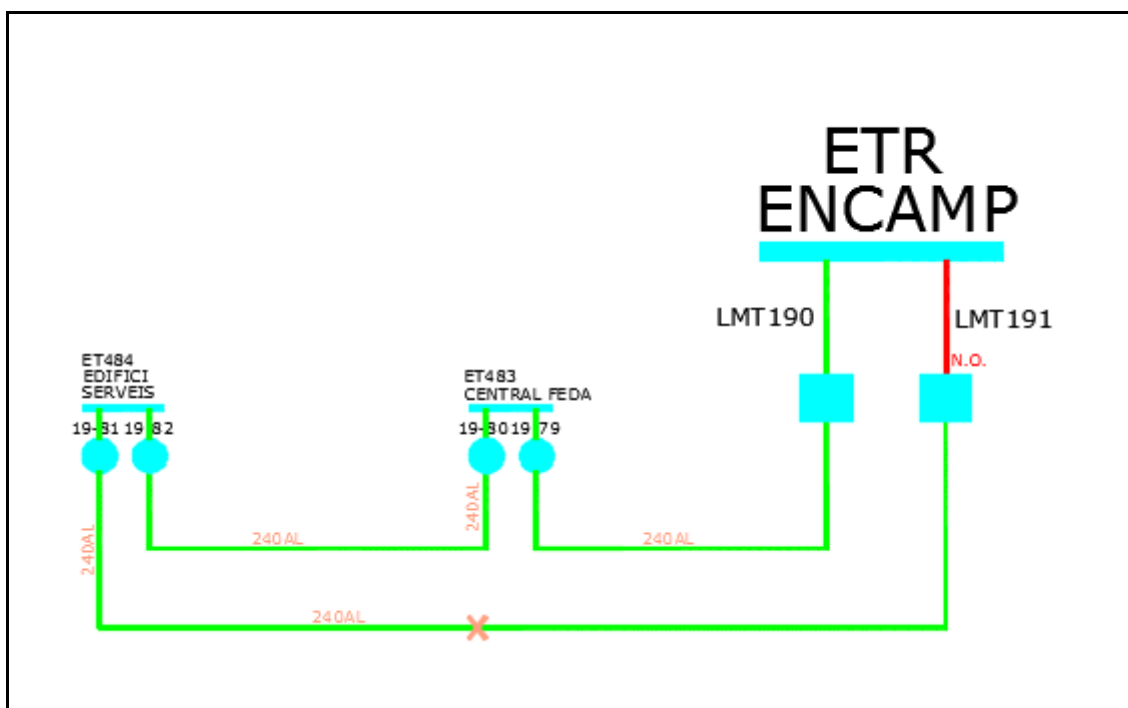
3.2.6. Sortides de mitja tensió

Seguit dels transformadors, la tensió de d'ús deixa de ser els 110 kV d'alta tensió per passar als 21 kV de mitja.

Amb conductors de mitja tensió, s'alimenten les barres de mitja tensió (cal un joc de barres per cada transformador). Aquestes barres distribueixen el corrent en les diferents rames de mitja tensió segons la càrrega de cada rama en l'instant de temps. A la nova ETR de La Massana, s'instal·laran 4 rames de mitja tensió i es deixarà una línia de mitja tensió ja existent com a socors. D'aquesta manera es duplica la capacitat d'explotació per part de l'empresa que gestiona la distribució d'energia elèctrica a la Vall del Nord.

Per garantir que l'exploració es pugui dur a terme de forma òptima. Cada Estació Transformadora de Mitja Tensió a Baixa Tensió (en endavant, ET) hauria de poder quedar alimentada per dues línies de Mitja Tensió provinents de subestacions diferents o, en aquest cas concret, de Transformadors de AT a MT diferents. És a dir, cal que l'alimentació de cada ET no depengui en exclusiva d'una Línia de Mitja Tensió (en endavant, LMT). Per això, les dues línies de mitja tensió formaran un circuit amb un punt obert entre els dos jocs de barres de mitja tensió de la ETR de La Massana.

A continuació, en la Imatge 6, és mostra un exemple de l'anell que formen la connexió de les diferents ET's amb dues línies de mitja tensió diferents. El Tram designat en vermell queda generalment sense tensió en funcionament normal de les dues ET representades.



Imatge 6: Línies Mitja Tensió 190 i 191

3.2.7. Altres equipaments (serveis auxiliars, circuit de terres,...)

Anteriorment, en l'apartat 5.2.3 es tipifica el tipus de transformador de serveis auxiliars. Aquest equip és un transformador de potència del tipus reductor. Té com a objectiu alimentar els perifèrics del sistema CCN com són l'ordinador, les impressores... Així com de carregar les bateries que alimenten les alarmes i proteccions que en cap cas poden desconnectar-se (depèn, és clar, de la capacitat de les bateries).

En tota subestació elèctrica cal determinar els circuits de terres que garantiran la seguretat en quant a descàrregues elèctriques dels operaris i altres. Cada empresa que es presenti al

3.3. Conseqüències derivades de la construcció de la nova Estació Transformadora i Repartidora de La Massana

La construcció d'una nova ETR a mig termini permetrà garantir el servei del subministrament d'energia elèctrica de les Valls del Nord a Llarg termini. Com s'ha vist, la necessitat de la construcció de una nova subestació elèctrica no es pot decretar imminent però sí que comporta certs avantatges en l'explotació i la qualitat del servei que FEDA ofereix als seus clients.

Disminució de la demanda Energètica a l'ETR d'Encamp

Per una banda, com s'ha comentat anteriorment en el punt 4.2, la construcció de la nova ETR de La Massana permetrà alliberar de càrrega la ETR d'Encamp. Actualment, l'ETR d'Encamp cobreix el 56% de la demanda elèctrica total del centre urbà del Principat (Andorra la Vella, Escaldes-Engordany...) i de les Valls del Nord (La Massana, Ordino...) essent una ETR estratègica i alhora sensible, ja que en cas d'incident greu en aquesta, es veuria afectat el subministrament elèctric al centre del país i a les Valls del Nord. L'ETR d'Encamp conté 5 transformadors, dos dels quals s'utilitzen majoritàriament pel subministrament d'energia elèctrica a les Valls del Nord.

El consum anual d'energia elèctrica a l'ETR d'Encamp va ser de 328.988,074 MWh i el de les tres línies de mitja tensió que subministren les Valls del Nord va ser de 41.402,44 MWh, 34.081,97 MWh i 3.256,58 MWh, sent aquest darrer el valor de la línia que s'usa com a socors. Així doncs, el subministrament d'energia elèctrica a les Valls del Nord suposa el 23,93% del consum de l'ETR d'Encamp. La construcció de la nova ETR de La Massana suposaria l'alliberament del 22,9% de la càrrega energètica de la ETR més gran del Principal, tenint en compte que es mantindria la tercera línia de socors fins a La Massana.¹²

Aquesta notable disminució de la demanda de l'ETR d'Encamp per part de la no necessitat de subministrar la demanda de les Valls del Nord, es podria traduir en que l'ETR d'Encamp podria fer front a llarg termini, si s'escau, a la demanda de les Parròquies centrals; Escaldes-Engordany i Andorra la Vella.

Millora del servei ofert a Nord Andorra, SA., client de FEDA

Actualment, FEDA alimenta Nord Andorra, SA amb dues línies de mitja tensió i una de socors. Un cop construïda l'ETR de La Massana, FEDA alimentarà Nord Andorra SA amg

¹² Les dades presentades en aquest paràgraf s'extreuen de les dades d'explotació en els document oficials de FEDA, de moment no són públiques ja que s'està elaborant el document.

quatre línies de mitja tensió i una de socors. Això significa doblar la capacitat de la xarxa actual amb que FEDA té per alimentar a Nord Andorrà SA (NASA). A més, el fet de poder comptar amb el doble de línies de mitja tensió, permetrà a NASA millorar la xarxa de mitja tensió i ET instal·lades per oferir un servei més fiable i robust.

A més, com es detalla a continuació en el punt 6.1, gràcies al projecte de connexió de l'alimentació de la nova ETR de La Massana amb dues ETR's existents al Principat permetrà disposar d'una xarxa d'alta tensió notablement més robusta i que respondria més ràpidament en cas d'avaría en una de les ETR's del Principat.

Finalment, caldria destacar que, un cop construïda la nova ETR de La Massana i realitzada la inversió escaient, la intervenció necessària per ampliar la capacitat de la xarxa de mitja tensió que alimenta a Nord Andorrà seria relativament poc costosa i ràpida. Ja que significaria ampliar les rames i barres de mitja tensió o bé, en cas que les rames de mitja tensió es trobin al límit de la seva capacitat, afegir un tercer transformador a l'ETR de La Massana. Ambdues possibilitats contemplades alhora de la projecció de la nova ETR. Un cost econòmic i en temps que no són comparables als requeriments per a la construcció d'aquesta nova ETR.

Millora de la eficiència de la xarxa elèctrica de FEDA.

El transport d'energia elèctrica amb llargues distàncies, és eficient transportar l'electricitat a alta tensió. Les pèrdues que els conductors d'electricitat tenen per efecte Joule són més importants quant més gran és la intensitat. Responen a la següent fórmula 1:

$$P = I^2 \cdot R$$

Fórmula 1: pèrdues per Efecte Joule

On:

P són Pèrdues per Efecte Joule (W)

I és la intensitat en Ampers

R la resistència elèctrica del conductor en Ω

Amb dades de la intensitat mitja horària facilitades pel departament de Distribució de FEDA, s'ha calculat la intensitat mitjana anual, durant el 2016, de les línies 401, 402 i 403. Així es denominen les tres línies de mitja tensió (20 kV) que alimenten actualment les Valls del Nord.

La intensitat mitja al 2016 per la LMT 401, 402 i 403 és de 133,3 A, 128,51 A i 18,66 A

respectivament. La línia de socors 403 es manté un cop construïda la nova ETR tot i que s'espera que, degut al augment de capacitat de la xarxa de mitja tensió que alimentarà NASA, l'ús d'aquesta línia disminueixi fins a ser gairebé nul. Les pèrdues degudes a l'ús d'aquesta línia disminuiran a raó del desús de la línia i no de la millora d'aquesta. Així doncs, per a realitzar el càlcul de les pèrdues en mitja tensió que, gràcies al transport en alta tensió, desapareixeran no es contempla la LMT 403.

Actualment, la resistència dels conductors de mitja tensió de les línies LMT 401 i 402 és de 0,094 Ω/km . Considerant aquesta dada obtenim doncs les següents pèrdues en mitja tensió, veure Taula 4.

	Intensitat mitja [A]	Resistència [Ω/km]	Distància considerada [km]	Pèrdues [kW]
LMT 401	133,3	0,094	7,2	12,03
LMT 402	128,51	0,094	7,2	11,18
Total				23,20

Taula 4: Càlcul pèrdues línies de mitja tensió

La distància considerada respon a la distància de les línies de mitja tensió que serà substituïda per línies de alta tensió.

Per altra banda, com es veurà en el següent punt 6.1, es mantindrà aproximadament l'estructura de pilones actuals així que el traçat i la longitud de les línies d'alta tensió que alimentin l'ETR de La Massana serà similar al de les línies de mitja tensió actuals.

Les noves línies d'alta tensió a 110kV provinents de Ransol i Encamp, amb una distància pràcticament igual (caldrà afegir el tros soterrat d'entrada a l'ETR) podem aproximar les pèrdues en igualtat de condicions. Sent conductors de 110 kV enlloc de 20 kV, mantenint la l'energia subministrada des de FEDA a NASA, podríem aproximar les intensitats dels dos conductors d'alta tensió a uns 24 A¹³ segons els càlculs següents:

Considerant que l'Energia subministrada en alta tensió ha de ser igual a l'Energia subministrada en mitja tensió i que l'Energia subministrada respon a:

¹³ S'ha aproximat aquest valor a 24 A ja que, al ser fruit d'una aproximació basada en una línia d'alta tensió per ara inexistent, i que, per tant, se'n desconeixen les característiques és assumible l'aproximació. És procedirà, doncs, al càlcul de les pèrdues de dues línies d'alta tensió transportant 24 A, aquest resultat es fruit d'aplicar la formula 3 amb una *Int* de 130,95 (equivalent a la Intensitat mitjana de les LMT 401 i 402).

$$E = I * U * t$$

Fórmula 2: Energia elèctrica subministrada

Obtenim doncs:

$$I_{at} = \frac{I_{mt} * U_{mt} * t}{U_{at} * t}$$

Fórmula 3: aproximació Intensitat en alta tensió

On:

I_{at} és la intensitat en alta tensió

I_{mt} és la intensitat en mitja tensió

t és el temps

Per altra banda, al desconèixer les característiques dels conductors, s'agafa com a resistència del conductor la mitjana de resistències de conductors de 110 kV que es troben en tota la xarxa de FEDA actual. La resistència considerada serà doncs de 0,036 Ω/km . Així doncs, el càlcul aproximat de pèrdues en les dues línies d'alta tensió (LAT en la taula 5) és el següent:

	Intensitat mitja [A]	Resistència [Ω/km]	Distància considerada [km]	Pèrdues [kW]
LAT 1	24	0,036	7,2	0,15
LAT 2	24	0,036	7,2	0,15
Total				0,30

Taula 5: Pèrdues aproximades en les futures línies d'alta tensió

Així doncs, es redueixen les pèrdues per transport d'electricitat en un 98,7%. Aquest fet es tradueix en grans estalvis econòmics en futurs exercicis així com a una millora en termes d'eficiència enfront l'actual xarxa de distribució d'energia elèctrica del Principat d'Andorra.

4. Característiques de la nova línia d'alta tensió 110 kV entre les subestacions d'Encamp – Ransol – La Massana.

Actualment, La Massana queda connectada a través de tres Línies de Mitja Tensió. Dues de les quals operatives i la tercera es reserva per al socors.

Aquestes tres línies s'alimenten des de l'ETR d'Encamp, la qual alimenta a més del 50% de la càrrega elèctrica total d'Andorra (vist en l'apartat 4.2, Gràfica 3)

Aquestes tres línies de mitja tensió, travessen el Coll de Beixalís passant per les pilones que formen la línia aèria. Aquestes pilones, escollides ja en previsió d'aquesta nova inversió, són pilones dissenyades per al transport d'energia elèctrica en alta tensió. Així doncs, a la vegada que els treballs per la construcció de la nova ETR de La Massana, caldrà efectuar la connexió en alta tensió de la subestació. Aquesta connexió és imprescindible, sense l'alimentació en alta tensió a les Valls del Nord, la construcció de l'ETR manca de sentit.

Les actuals connexions elèctriques entre Andorra i els dos països veïns s'efectuen a una tensió de 110 kV amb Espanya i de 225 kV amb França. Andorra produeix aproximadament el 15% de l'electricitat que consumeix, així que hi ha total dependència de les importacions dels països veïns.

Així doncs, Les ETR's d'Andorra estan connectada a Espanya o a França, però per raons tècniques no es permet la interconnexió simultània de les dues xarxes. El punt obert de la xarxa ve determinat pel preu de l'electricitat de cada país fronterer. Com es pot observar a la Gràfica 2 de l'apartat 4.2 d'aquest document, el percentatge de dependència de les importacions per part d'Espanya oscil·la entre el 40% i el 90%.

4.1. Descripció general

La connexió de la nova ETR de La Massana alimentada des de dos altres punts del principat com són Ransol i Encamp (on actualment hi ha ja una ETR) s'inclou dins un projecte més ambiciós que és la construcció completa d'una nova línia de 110 kV per a reforçar la existent que uneixi, per una banda, les estacions transformadores de Grau Roig, Ransol, Encamp i La Massana, i per l'altra, Ransol i La Massana.

Aquest projecte es troba també en estat de redacció dels plecs per a ser aprovat pel

Govern d'Andorra i obrir el concurs de cara a principis de l'any 2018.

Pel que fa al Projecte de construcció de la nova ETR de La Massana, objecte principal del present document, es farà la connexió a través de conductors d'alta tensió a les ETR's de Encamp i Ransol. Així doncs, els trams d'estudi seran la connexió nova en alta tensió 110 kV d'Encamp a La Massana i la connexió nova de Ransol a La Massana també a 110 kV.

Per fer possible aquesta connexió, resultat d'uns estudis duts a terme per EDF, es prova que amb certes adaptacions i reforçament de les pilones que actualment suporten la línia de mitja tensió que connecta l'ETR d'Encamp amb Les valls del nord, es podrien reaprofitar els equipaments ja existents per a la connexió en alta tensió.

Després de l'estudi de dues alternatives, la solució escollida per dur a terme el projecte permet aprofitar les pilones actuals de les línies de mitja tensió per penjar-hi les dues noves línies de alta tensió, veure Imatge 8. Aquesta línia ja existent travessa la Collada de Beixalís i arriba molt a pocs metres d'un dels terrenys previstos per la implantació de la nova ETR de La Massana.

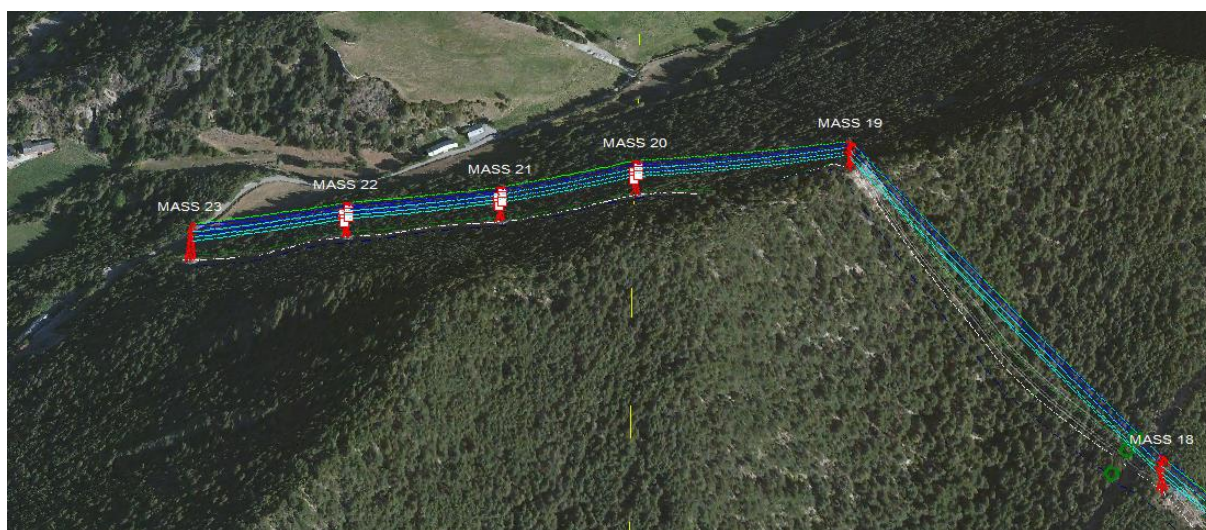
Per realitzar aquesta solució caldrà, a més del que ja s'ha comentat en l'apartat 5.2.1 al respecte del reforç de la pila de pas de línia aèria a línia soterrània:

- Implantació d'una nova pila anomenada " MASS 2N" en la Imatge 8
- Modificació de la pila anomenada "MASS 3" en la Imatge 8
- Canvi dels conductors de mitja per conductors de alta tensió
- Reforç dels fonaments existents
 - Cal preveure un lleuger reforç a 7 pilones, aquest reforç consisteixen en canviar pern i angles en algunes pilones o instal·lar un reforç en l'estructura metàl·lica en altres
 - Els esforços sobre els fonaments existents augmenten més d'un 10 %, segons l'estudi de RTE i pel moment, FEDA està a l'espera de l'estudi del sòl i dels fonaments actuals per saber en quines pilones exactes caldrà reforçar els fonaments.
- Retirada de la pila existent "MASS 1"



Imatge 8: Connexió de les línies d'alta tensió de La Massana davant de l'ERT d'Encamp, al peu del Coll de Beixalís

A continuació es pot observar el final del traçat de la línia de mitja tensió que finalitza amb la pila "MASS 23" a pocs metres del terreny cedit pel Comú de La Massana del que es parla al punt 4.1 i és veu en la imatge 9.



Imatge 9: Pilonos de l'actual línia de mitja tensió amb els futurs cables d'alta tensió. A l'alçada de l'alt del Coll de Beixalís

5. Presentació i anàlisis de les diferents alternatives de localització i implantació de l'Estació Transformadora i Repartidora de La Massana

5.1. Presentació alternatives de la localització de la nova ETR de La Massana

En primera instància, i només per la forta oposició veïnal es van considerar diverses alternatives en quant al terreny d'emplaçament de la nova ETR de La Massana. Les característiques dels terrenys proposats es detallen a continuació:

- Emplaçament 1 a La Gonarda: És el terreny cedit pel Molt Honorable Comú de La Massana l'any 1991, ubicat a l'Aldosa, més concretament a la zona de coneguda com La Gonarda, prop de l'arribada de la línia de mitja tensió actual entre Encamp i La Massana com es pot veure en el mapa I de l'annex III.

Degut a la forta oposició veïnal, FEDA, amb l'ajuda del Comú de La Massana troba tres altres possibles emplaçaments a la carretera de Beixalís, a peu de les pilones de la línia de mitja tensió que uneix La Massana i Encamp però allunyats del poble de l'Aldosa, l'emplaçament dels tres terrenys esmentats es pot veure al mapa II de l'annex III.

- Emplaçament 2 a la carretera de Beixalís cota 1720
- Emplaçament 3 a la carretera de Beixalís cota 1750
- Emplaçament 4 a la carretera de Beixalís cota 1775

En el mapa III de l'annex III es poden veure els tres emplaçaments de la carretera de Beixalís, la línia de mitja tensió i l'emplaçament a La Gonarda.

A continuació es defineixen breument els avantatges i inconvenients dels terrenys disponibles. La brevetat de l'anàlisi respon a l'acord entre FEDA i l'oposició veïnal d'analitzar detingudament les alternatives d'implantació en l'emplaçament 1.

Emplaçament 1

Avantatges:

- Es l'emplaçament situat a la cota més baixa.
- Situat al costat de l'ET de l'empresa de distribució elèctrica local, Nord Andorra SA.
- L'estat del projecte està molt avançat en quant a disseny i estudis en aquest terreny
- Terreny aparentment estable.
- Proximitat del centre de la parròquia de La Massana, fet que facilita l'accès a l'ETR.
- Accpes a l'ETR per la carretera de La Gonarda, carretera poc transitada.

Inconvenients

- La situació queda molt a prop del poble de l'Aldosa i de diverses unitats d'actuació de propietat privada. Fet que ha creat discrepàncies amb els veïns de la zona.
- Desmunt important degut a la forta inclinació del terreny fet que implica una forta despesa econòmica.

Emplaçament 2

Avantatges:

- Es l'emplaçament situat a la cota més baixa d'entre els terrenys disponibles a la carretera de Beixalís
- A partir d'aquí, la línia travessa la vall dels cortals d'Anyós.
- Terreny aparentment estable.

Inconvenients

- La situació queda molt a prop de quatre unitats d'actuació de propietat privada. Fet que podria crear discrepàncies amb els veïns de la zona.
- Desmunt força important però menys que a la zona de la Gonarda.
- L'accés per les carreteres secundaries CS335 i CS310 s'ha d'estudiar amb profunditat. (Des de L'Aldosa-Anyós).

Emplaçament 3

Avantatges:

- L'emplaçament situat a la cota 1750 aproximadament i el terreny és relativament pla.
- Es requereix uns murs de sosteniment de un màxim de 5 metres a la seva part inferior.
- Es pot situar la ETR, tocant a una de les pilones de la línia aèria.
- No molesta a cap veí, segons Pla d'Urbanisme Parroquial o POUP de la Massana.
- Terreny aparentment estable.

Inconvenients

- L'accés per les carreteres secundaries CS335 i CS310 s'ha d'estudiar amb profunditat. (Des de L'Aldosa-Anyós)

Emplaçament 4

Avantatges:

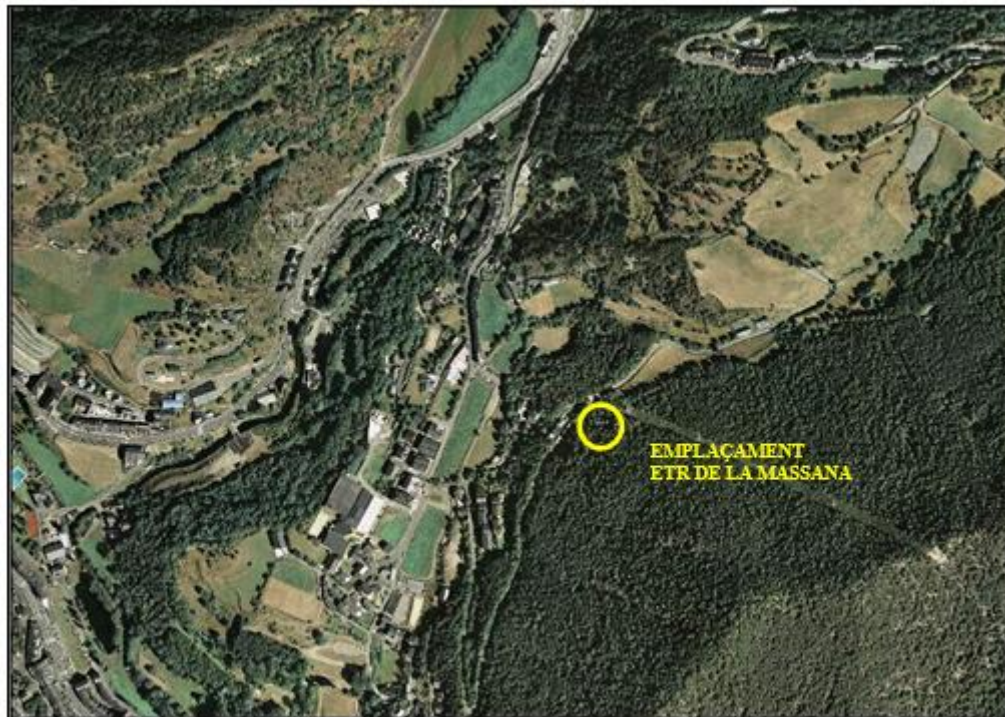
- L'emplaçament situat a la cota 1775 aproximadament i el terreny és relativament pla.
- Es requereix uns murs de sosteniment poc importants al voltant dels 5 metres a la seva part inferior, si es fa la seva construcció allargada.
- Es pot situar la ETR, tocant a una de les pilones de la línia aèria.
- No molesta a cap veí, segons POUP de la Massana.

Inconvenients

- L'accés per les carreteres generals CS335 i CS310 s'ha d'estudiar amb profunditat. (Des de L'Aldosa-Anyós)
- Terreny no gaire estable, al ser un abocador de terres i encara pot tenir assentaments no controlats.

- S'eliminarà una zona d'utilitat pública, ja que actualment es un berenador o zona de pícnic.

Així doncs, com s'ha comentat anteriorment en aquest mateix apartat. Des de FEDA, s'aposta pel l'emplaçament en el terreny 1, a La Gonarda, i es prossegueix a l'anàlisi d'alternatives d'implantació dels equipaments i instal·lació de l'ETR de La Massana. En la següent Imatge 10.



Imatge 10: Localització ETR a La Gonarda

5.2. Anàlisi d'alternatives d'implantació de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20 kV a La Massana

El present apartat es pretén analitzar des del punt de vista tècnic, econòmic i a nivell d'integració paisatgística la proposta d'implantació de tres possibles alternatives de l'ETR de La Massana a la Gonarda.

A continuació es descriuen les tres alternatives d'implantació considerades per al present anàlisi (veure Annex IV, plànol 1, 2 i 3, respectivament) :

- **Alternativa 1:** preveu la construcció de la ETR al límit de la Carretera de la Gonarda. La configuració de la ETR mostra un patró rectangular. Aquesta

alternativa suposaria un volum d'excavació d'uns 12.800m³, uns terraplenats d'uns 800m³ i un mur amb una alçada en el seu punt més alt d'uns 16m, repartit en dues plataformes d'uns 8m.

- **Alternativa 2:** preveu la construcció de la ETR en trinxera i amb un talús amb vegetació entre aquesta i la Carretera de la Gonarda. La configuració de la ETR mostra un patró rectangular. Aquesta alternativa suposaria un volum d'excavació d'uns 23.500m³ i pràcticament no hi hauria terraplenats. El mur de sosteniment del terreny presentaria una alçada d'uns 16m.
- **Alternativa 3:** en aquesta alternativa la configuració de la parcel·la és quadrada i se situa al límit de la Carretera de la Gonarda. Aquesta alternativa suposaria un volum d'excavació d'uns 19.500m³, sense pràcticament terraplenat i, un mur de sosteniment del terreny amb una alçada d'uns 14,8m. Aquesta alternativa, a diferència de les altres dues, no contempla la possibilitat d'afegir un tercer transformador de potència en cas de necessitat futura ja que no es preveu la tercera cel·la que l'allotjaria. Per altra banda, les cel·les que allotgen els dos transformadors de potència són sensiblement més grans per permetre que, en cas de necessita futura, es pugui canviar un o els dos transformadors per equips de més potència per fer front a la possible demanda.

El present anàlisi d'alternatives no tant sols ha considerat aspectes tècnics, econòmics i paisatgístics sinó que també ha mirat d'incorporar en la valoració els mediambientals, tot considerant la informació i documents facilitats per FEDA. Aquest anàlisi ha de servir com a eina per a la presa de decisions envers la solució més adient, per tal de poder tirar endavant una infraestructura necessària per garantir a mig termini la qualitat del servei en resposta a la demanda creixent de l'energia elèctrica presentat en l'apartat 4.2.

Per valorar els efectes, des del punt de vista de sensibilitat o capacitat d'acollida del medi en relació als diferents factors, així com des del punt de vista dels factors tècnics, econòmics i paisatgístics considerats, en relació a les diferents alternatives analitzades, s'ha mirat d'assignar una puntuació compresa entre 1 i 5 per a cadascun dels factors analitzats on 1 representaria una capacitat d'acollida molt alta i 5 una capacitat d'acollida molt baixa (veure Taula 6).

PUNTUACIÓ	SENSIBILITAT DEL FACTOR ANALITZAT
1	Molt baixa
2	Baixa
3	Moderada
4	Alta

5

Molt alta

Taula 6: Valors de sensibilitat dels factors analitzats en funció de la capacitat d'acollida

Els factors i indicadors considerats i analitzats al present informe han estat els que es detallen a continuació:

- Territori
- Aire
- Soroll
- Paisatge
- Població
- Salut
- Dificultat de construcció
- Afectació a infraestructures existents
- Econòmics

A alguns dels factors analitzats se'ls hi ha aplicat un coeficient o grau de ponderació per la importància de l'afectació al projecte o per la repercussió que pot tenir sobre la població. Aquests coeficients de ponderació són els següents (veure Taula 7):

FACTOR ANALITZAT	COEFICIENT DE PONDERACIÓ
Territori	1
Soroll	4
Paisatge	2
Població	1
Salut	6
Dificultat de construcció	1
Dificultats d'ampliació de l'ETR	1
Cost econòmic	2

Taula 7: Coeficients de ponderació

A nivell de la valoració dels efectes, s'ha considerat un sol tipus de valoració per aquells factors on el major impacte es dona en el moment de la implantació o fase de construcció de la ETR de La Massana, com pot ser la geologia, geomorfologia, etc. En canvi, per aquells factors que també es veuran influenciats durant la fase de funcionament de la ETR

de La Massana, com pot ser el soroll o l'afectació sobre la població, s'ha fet una valoració en fase de construcció i una valoració en fase de funcionament.

5.2.1. Mapes utilitzats en la anàlisi de les alternatives considerades

S'ha analitzat la informació obtinguda a partir dels mapes temàtics dels diferents factors considerats, els quals es poden consultar a l'Annex V.

A continuació se cita el llistat de mapes objecte de l'anàlisi del present informe:

- Mapa I: Mapa de la Qualitat del Paisatge d'Andorra, Annex V, [7]
- Mapa II: Mapa de les Unitats del Paisatge d'Andorra, Annex V, [8]
- Mapa III: Mapa Topogràfic d'Andorra 2014, Annex V, [9]

5.2.2. Impactes en base als factors considerats de les alternatives considerades

5.2.2.1. Efectes sobre el territori

Pel que fa a l'anàlisi dels efectes que es poden produir sobre el territori amb la implantació de les diferents alternatives considerades s'ha utilitzat com a indicador la superfície de terreny que s'afectaria (superfície de terreny considerada en planta).

Alternativa 1

Aquesta alternativa suposarà una ocupació de caràcter permanent de terrenys naturals en una superfície d'uns 1.678m² en planta.

Hi haurà una ocupació territorial per instal·lar la nova infraestructura, passant d'una zona boscosa de pi roig a uns terrenys urbanitzats. Els terrenys per a les zones d'acopi en el moment de la construcció se situarien en els propis terrenys ocupats per la instal·lació.

A nivell territorial l'impacte no és molt important ja que se situa al peu d'un vessant i al marge d'una carretera, on el terreny ocupat presenta característiques molt semblants a les de la resta del vessant. Per tant, representaria una ocupació o afectació petita respecte la resta de la superfície del vessant.

Valoració: 2

Alternativa 2

Aquesta alternativa suposarà una ocupació de caràcter permanent de terrenys naturals en

una superfície d'uns 1.892m² en planta.

L'impacte d'aquesta alternativa és semblant al produït per l'alternativa 1, ja que les superfícies d'ocupació són semblants i els terrenys on s'implantarien tenen les mateixes característiques, amb presència i predomini de la pineda de pi roig.

Valoració: 2

Alternativa 3

Aquesta alternativa suposarà una ocupació de caràcter permanent de terrenys naturals en una superfície d'uns 1.747m² en planta.

L'impacte d'aquesta alternativa és semblant a les dues anteriors, ja que les superfícies d'ocupació no varien gaire i els terrenys d'implantació tenen les mateixes característiques.

Valoració: 2

Síntesi global de les alternatives considerades:

La porció de territori afectada presenta característiques semblants (superfície d'afectació) per a les 3 alternatives considerades a l'emplaçar-se sobre un vessant amb predomini de pineda de pi roig, motiu pel qual s'ha atribuït finalment la mateixa puntuació.

5.2.2.2. Efectes sobre el soroll

Pel que fa a l'anàlisi dels efectes que es poden produir sobre el soroll amb la implantació de les diferents alternatives considerades s'ha utilitzat com a indicador la contaminació acústica.

Alternativa 1

En fase de construcció els nivells sonors serien generats pel funcionament de la maquinària, per la circulació de vehicles, per les excavacions i terraplenats i pel treball dels operaris.

Totes les accions descrites són però de caràcter temporal i discontinu. El major efecte seria l'associat a les excavacions, fets que provoquen un augment dels nivells acústics, i també al trànsit de camions que pot afectar a la població dels marges de les vies de comunicació per on passaran.

La població més afectada seria l'habitatge més proper (Xalet Bony de la Coma), però com ja s'ha esmentat anteriorment, els nivells sonors en fase de construcció són intermitents i

centrats principalment amb la fase de moviments de terres (excavació i terraplenats). En cas que es construís algun altre habitatge pròxim també es veurà afectat per la construcció de la instal·lació. El límit de parcel·la i, per tant, el límit de les obres es troba a una distància d'uns 17 m en línia recta de l'habitatge més pròxim.

En aquest sentit, i per tal de minimitzar els sorolls i les vibracions provocades per les obres, està previst:

- fixar una velocitat màxima dels vehicles a 20km/h a dins de l'obra.
- revisar l'estat general de la maquinària i rebutjar la que pel seu estat generi un increment dels nivells sonors derivats de la realització dels treballs.
- establir un horari de realització dels treballs del dilluns fins al divendres, de les 8h00 fins a les 20h00.

Els caps de setmana, els dies festius, a la nit i durant els períodes d'inactivitat (aturades puntuals i vacances), el soroll de fons tornaria a ser el normal.

Altres mesures que es poden considerar durant les obres si es produeixen molèsties excessives als receptors més pròxims són:

- Previ a l'inici de les obres, pactar els horaris de treball de més soroll en funció de la funcionalitat dels receptors identificats.
- Limitar l'ús simultani de la maquinària més sorollosa per reduir l'impacte acústic.
- Limitar les hores de treball de la maquinària més sorollosa per reduir l'impacte acústic.
- Seguiment de les possibles queixes i denúncies produïdes pel soroll durant les obres per tal de proposar mesures complementàries si es consideren adients.

Les obres de construcció de la plataforma d'aquesta alternativa es preveu que durarien 1 any, que és quan es produirien els nivells sonors més elevats i, la construcció dels edificis i de les instal·lacions uns 2 anys.

En fase de funcionament els nivells sonors són generats principalment pel funcionament dels transformadors, als quals se'ls aplicarà unes mesures preventives i correctores per disminuir el soroll, com ara adquirir transformadors que generin uns nivells acústics baixos i col·locar pantalles acústiques al seu voltant.

L'Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20kV a La Massana realitzat per Ambiotec M&S, S.L.U amb data d'agost de 2017, diu el següent de les emissions acústiques d'aquesta alternativa [6] p.22 :

“Si considerem que es tracta d'una zona residencial, a límit de parcel·la en horari nocturn els nivells acústics haurien de ser de 45dBA segons la legislació, que és el pitjor escenari.

En aquesta alternativa, en línia recta des dels transformadors fins al límit amb la Carretera de la Gonarda (límit de parcel·la) hi ha uns 10m. Segons les mesures efectuades en altres ETRs, els valors estimats per extrapolació se situarien al voltant dels 49,0dBA en aquest punt.

Per altra banda, segons l'Article 4.9 de l'Annex II del Reglament, quan el soroll de fons ambiental sobrepassi entre 0,0 i 5,0dBA els màxims estipulats, la font generadora no pot incrementar el soroll de fons ambiental més de 3,0dBA. En aquest cas, considerant que el límit és 45,0dBA, ja que la mesura en horari nocturn és inferior a aquest valor (35,1dBA) i amb un increment màxim permès de 3,0dBA, només se superaria de 1,0dBA el nivell màxim permès per la legislació segons l'extrapolació feta sense l'aplicació de mesures correctores o preventives.

Si considerem la distància des dels transformadors fins a l'habitatge més proper, aquesta és d'uns 40m. Segons les mesures realitzades en altres ETRs, a 24m els nivells acústics generats pels transformadors estimats per extrapolació ja serien de 44,5dBA, valor inferior al marcat per la legislació. També s'ha de considerar que aquest habitatge es troba a un nivell més baix que la carretera.

Si considerem la distància en línia recta des dels transformadors fins al costat oposat de la Carretera de la Gonarda, la distància és d'uns 19m, de manera que els nivells acústics generats pels transformadors se situarien al voltant dels 45,0dBA, segons l'extrapolació realitzada a partir de les mesures efectuades en altres ETRs.

Per realitzar un càlcul teòric del nivell de soroll que hi hauria davant la façana de l'edifici considerant els 40m s'aplica la següent fórmula:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq}(\text{obres}) - 20 \cdot \log\left(\frac{d(\text{habitatge})}{d(\text{Font})}\right)$$

Segons aquesta fórmula, a una distància d'uns 40m hi hauria un nivell de pressió sonora de 25,7dBA, valor inferior al mesurat en horari nocturn, que és de 35,1BA. S'ha de considerar

que es tracta de càlculs teòrics, i que a la realitat aquest valor es pot veure modificat per la pròpia vegetació, posició del receptor respecte la font emissora, etc.

A nivell diürn, el límit marcat pel Reglament del control de la contaminació acústica en zona residencial és de 55,0dBA, de manera que amb l'exposat anteriorment es compliria el marcat per la legislació.

En horari diürn la mesura efectuada del soroll de fons ambiental davant de la façana de l'habitatge és de 48,3dBA. El valor obtingut per al soroll de fons ambiental en horari diürn és superior al valor estimat en aquest punt amb la ETR de La Massana a ple funcionament."

Valoració en fase d'obra: 4

Valoració en fase de funcionament: 2

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 16

Valoració en fase de funcionament: 8

Alternativa 2

Els nivells sonors generats per aquesta alternativa en fase d'obres serien semblants als de l'alternativa 1, ja que també comportarà excavacions, funcionament de la maquinària, etc.

El termini previst d'execució de la plataforma, dels edificis i de les instal·lacions és el mateix que el de l'alternativa 1. En aquesta alternativa la distància a l'habitatge més proper és superior a l'alternativa 1, amb uns 30m. Per tant, es produiria una major atenuació del soroll amb el factor distància que a l'alternativa 1.

En fase de funcionament els nivells sonors produïts pel funcionament de la maquinària serien els mateixos ja que les instal·lacions i els aparells són iguals. En aquesta alternativa pot variar la dispersió del so a l'estar els transformadors sota el nivell del terreny (construcció en trinxera), de manera que el so es dispersarà cap a dalt (desplaçament de la pressió acústica en sentit vertical).

L'Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20kV a La Massana realitzat per Ambiotec M&S, S.L.U amb data d'agost de 2017, diu el següent de les emissions acústiques d'aquesta alternativa [6] p.23:

“Si considerem que es tracta d’una zona residencial, a límit de parcel·la en horari nocturn els nivells acústics haurien de ser de 45,0dBA segons la legislació, que és el pitjor escenari.

En aquesta alternativa, la distància entre els transformadors i el límit de la parcel·la és d’uns 13m ja que l’ETR s’implanta més a l’interior del vessant i construïda en trinxera. En aquest cas, tenint en compte només la distància i, segons les mesures efectuades en altres ETRs, els valors estimats per extrapolació se situarien al voltant dels 47,0dBA.

Per altra banda, segons l’Article 4.9 de l’Annex II del Reglament, quan el soroll de fons ambiental sobrepassi entre 0,0 i 5,0dBA els màxims estipulats, la font generadora no pot incrementar el soroll de fons ambiental més de 3,0dBA. En aquest cas, considerant que el límit és 45,0dBA, ja que la mesura en horari nocturn és inferior a aquest valor (35,1dBA) i amb un increment màxim permès de 3,0dBA, no se superaria el nivell màxim permès per la legislació segons l’extrapolació realitzada.

Respecte a l’habitatge més proper, el qual es troba per sota el nivell de la carretera, la distància és d’uns 37m. Segons les mesures realitzades en altres ETRs, a 24m els nivells acústics generats pels transformadors estimats per extrapolació ja serien de 44,5dBA, valor inferior al marcat per la legislació. També s’ha de considerar que aquest habitatge es troba a un nivell més baix que la carretera.

Si considerem la distància en línia recta des dels transformadors fins al costat oposat de la Carretera de la Gonarda, la distància és d’uns 23m, de manera que els nivells acústics generats pels transformadors se situarien al voltant dels 45,0dBA aproximadament, segons l’extrapolació realitzada a partir de les mesures efectuades en altres ETRs.

En aquest cas s’ha de considerar que la ETR està construïda en trinxera, de manera que el soroll serà emès principalment cap a dalt (desplaçament de la pressió acústica en sentit vertical), i el soroll que rebrà l’habitatge més pròxim serà inferior al mesurat en altres ETRs. En aquest cas se suma el fet que l’habitatge es troba per sota el nivell de la carretera i de la instal·lació i, el fet igualment que el soroll serà emès principalment cap a dalt.

Per realitzar un càlcul teòric del nivell de soroll que hi hauria davant la façana de l’edifici considerant els 37m s’aplica la següent fórmula:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq}(obres) - 20 \cdot \log\left(\frac{d(habitatge)}{d(Font)}\right)$$

Segons aquesta fórmula, a una distància d’uns 37m hi hauria un nivell de pressió sonora de 26,4dBA, valor inferior al mesurat en horari nocturn, que és de 35,1BA. S’ha de considerar com ja s’ha dit que en aquesta alternativa la ETR estarà construïda en trinxera, que el soroll

serà emès principalment cap a dalt (desplaçament de la pressió acústica en sentit vertical) i que l'habitatge més pròxim es troba per sota el nivell de la carretera i de la instal·lació.

A nivell diürn, el límit marcat pel Reglament del control de la contaminació acústica en zona residencial és de 55,0dBA, de manera que amb l'exposat anteriorment es compliria el marcat per la legislació.

En horari diürn la mesura efectuada del soroll de fons ambiental davant de la façana de l'habitatge és de 48,3dBA. El valor obtingut per al soroll de fons ambiental en horari diürn és superior al valor estimat en aquest punt amb la ETR de La Massana a ple funcionament."

Valoració en fase d'obra: 3

Valoració en fase de funcionament: 2

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 12

Valoració en fase de funcionament: 8

Alternativa 3

Els nivells sonors generats per aquesta alternativa en fase d'obres serien semblants als de les alternatives 1 i 2, ja que també comportarà actuacions molts similars (excavacions, funcionament de la maquinària, etc.). Aquesta alternativa es troba però, a major distància de del Xalet Bony de la Coma que les altres dues, de manera que el soroll que li arribarà hauria de ser inferior. Tot i així, en cas que en un futur es construís algun habitatge en les parcel·les privades pròximes a aquesta alternativa, també es produirà la mateixa afectació per contaminació acústica que en el cas de les alternatives 1 i 2. En aquest cas la distància a l'habitatge més pròxim en línia recta seria d'uns 45m i, per tant, hi hauria una major atenuació del soroll amb el factor distància que amb les altres dues alternatives.

El termini previst d'execució de la plataforma i dels edificis i les instal·lacions és el mateix que els de les alternatives 1 i 2.

En fase de funcionament els nivells sonors produïts pel funcionament de la maquinària o instal·lacions de la ETR seran els mateixos ja que les instal·lacions i els aparells són iguals. En aquesta alternativa, el soroll que arribarà a l'habitatge més pròxim actual hauria de ser inferior a les altres dues al trobar-se a major distància.

L'Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20kV a La Massana realitzat per Ambiotec

M&S, S.L.U amb data d'agost de 2017, diu el següent de les emissions acústiques d'aquesta alternativa [6] p.24:

“Si considerem que es tracta d’una zona residencial, a límit de parcel·la en horari nocturn els nivells acústics haurien de ser de 45,0dBA segons la legislació, que és el pitjor escenari.

En aquesta alternativa, la distància entre els transformadors i el límit de parcel·la és d’uns 13m en línia recta en el punt més proper. Tenint en compte només la distància, els nivells acústics se situarien al voltant d’uns 47,0dBA, per extrapolació de les mesures realitzades en altres ETRs.

Per altra banda, segons l’Article 4.9 de l’Annex II del Reglament, quan el soroll de fons ambiental sobrepassi entre 0,0 i 5,0dBA els màxims estipulats, la font generadora no pot incrementar el soroll de fons ambiental més de 3,0dBA. En aquest cas, considerant que el límit és 45,0dBA, ja que la mesura en horari nocturn és inferior a aquest valor (35,1dBA) i amb un increment màxim permès de 3,0dBA, no se superaria el nivell màxim permès per la legislació segons l’extrapolació realitzada.

Respecte a l’habitatge més proper, la distància és d’uns 85m, distància superior a l’alternativa 1 i l’alternativa 2, i per tant, amb uns nivells acústics per sota els marcats per reglament. Segons les mesures efectuades en altres ETRs, com ja s’ha dit a 24m els nivells acústics calculats per extrapolació serien de 44,5dBA. Per tant a 85m, serien molt inferiors al màxims estipulats al reglament.

Si considerem la distància en línia recta des dels transformadors fins al costat oposat de la Carretera de la Gonarda, la distància és d’uns 23m, de manera que els nivells acústics generats pels transformadors se situarien al voltant dels 45,0dBA aproximadament tenint en compte només la distància i segons l’extrapolació realitzada a partir de les mesures efectuades en altres ETRs.

Per realitzar un càlcul teòric del nivell de soroll que hi hauria davant la façana de l’edifici considerant els 85m s’aplica la següent fórmula:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq}(obres) - 20 \cdot \log\left(\frac{d(habitatge)}{d(Font)}\right)$$

Segons aquesta fórmula, a una distància d’uns 85m hi hauria un nivell de pressió sonora de 19,2dBA, valor inferior al mesurat en horari nocturn, que és de 35,1BA. Com ja s’ha dit, s’ha de considerar que es tracta de càlculs teòrics, i que a la realitat aquest valor es pot veure modificat per la pròpia vegetació, posició del receptor respecte la font, etc.

A nivell diürn, el límit marcat pel Reglament del control de la contaminació acústica en zona

residencial és de 55,0dBA, de manera que amb l'exposat anteriorment es compliria el marcat per la legislació.

En horari diürn la mesura efectuada del soroll de fons ambiental davant de la façana de l'habitatge és de 48,3dBA. El valor obtingut per al soroll de fons ambiental en horari diürn és superior al valor estimat en aquest punt amb la ETR de La Massana a ple funcionament.”

Valoració en fase d'obra: 2

Valoració en fase de funcionament: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 8

Valoració en fase de funcionament: 4

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell d'afectació en fase de funcionament s'ha considerat una menor puntuació a l'alternativa 3 ja que es troba més allunyada del Xalet Bony de la Coma.

Les conclusió de L'Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20kV a La Massana realitzat per Ambiotec M&S, S.L.U amb data d'agost de 2017, sobre l'impacte acústic de la ETR de La Massana diu el següent [6] p. 29 i 30:

“Per a l'anàlisi dels nivells de contaminació acústica s'ha considerat la franja horària amb un escenari més restrictiu (horari nocturn amb límit de 45dBA).

A límit de parcel·la i amb horari nocturn, segons l'Article 4 del Reglament del control de la contaminació acústica no es compliria amb la reglamentació actualment vigent al Principat segons els valors de l'extrapolació realitzada per a les alternatives 1, 2 i 3. L'alternativa 1 se situaria a uns 49,0dBA, la 2 a 47,0dBA i la 3 també a uns 47,0dBA.

Segons l'Article 4.9 de l'Annex II del citat Reglament, quan el soroll de fons ambiental sobrepassi entre 0,0 i 5,0dBA els màxims estipulats, la font generadora no pot incrementar el soroll de fons ambiental més de 3,0dBA. Considerant que el límit és 45,0dBA, ja que la mesura en horari nocturn és inferior a aquest valor (35,1dBA) i amb un augment permès de 3dBA, a l'alternativa 1 se superaria de 1dBA el nivell màxim permès per la legislació sense l'aplicació de mesures correctores o preventives i, a les alternatives 2 i 3 no se superaria.

Per poder complir amb la legislació actual caldrà adoptar les mesures correctores

esmentades anteriorment (apantallament acústic dels transformadors i transformadors de baixes emissions acústiques).

Per altra banda, la ETR de La Massana per extrapolació geomètrica i amb instal·lacions semblants a altres ETRs, on s'han realitzat les mesures dels nivells acústics, compliria amb la reglamentació vigent actualment al Principat per a zona residencial a la façana del receptor més proper (Xalet Bony de la Coma) ja que els nivells de contaminació acústica disminueixen amb l'efecte distància, obtenint-se segons la fórmula d'atenuació pel factor distància valors de 25,7dBA per a l'alternativa 1, de 26,4dBA per a l'alternativa 2 i de 19,2dBA per a l'alternativa 3. Aquest fet, però, no es produirà perquè als receptors més propers caldrà esperar nivells de soroll de fons ambiental semblants als mesurats i considerats com a estat inicial (valors pròxims als 48,3dBA per a la franja d'horari diürn i de 35,1dBA per a la franja d'horari nocturn, obtinguts per a l'estat inicial del lloc). Per altra banda, la ETR de La Massana també compliria a nivell d'altres habitatges que es poguessin construir en un futur en l'entorn pròxim ja que a límit de parcel·la es compliran els nivells marcats pel reglament.

Si es comparen els valors obtinguts al límit de propietat de l'habitatge en horari diürn i horari nocturn amb els valors estimats produïts pels transformadors que hauria de disposar la ETR de La Massana, s'observa que aquests són inferiors als nivells acústics actuals.

Cal remarcar que FEDA té previst incorporar a les instal·lacions projectades els dispositius escaients definits a les mesures preventives i correctores amb la finalitat de minimitzar els nivells de pressió acústica generats per la ETR (instal·lar transformadors de baixa emissió acústica i col·locar panells acústics).

Com ja s'ha dit, en cas que en un futur es construïssin nous habitatges a l'entorn pròxim a la ETR de La Massana, aquests tampoc es veurien afectats pels nivells sonors generats pels transformadors, ja que FEDA té previst adoptar les mesures escaients esmentades per complir amb la legislació vigent a límit de propietat."

5.2.2.3. Efectes sobre el paisatge (integració paisatgística)

Pel que fa a l'anàlisi dels efectes que es poden produir sobre el paisatge amb la implantació de les diferents alternatives considerades s'ha utilitzat com a indicador la integració paisatgística (qualitat i unitats de paisatge, pendent, exposició i la conca visual).

Per a l'anàlisi d'aquest factor ambiental (soroll) s'ha considerat el Mapa de Qualitat del Paisatge (IDE Andorra, Servei de Cartografia del Govern d'Andorra) (veure Mapa I, Annex V), el Mapa de les Unitats del Paisatge d'Andorra (IDE Andorra, Servei de Cartografia del Govern d'Andorra) (veure Mapa II, Annex V), Mapa Topogràfic d'Andorra 2014 (IDE

Andorra, Servei de Cartografia del Govern d'Andorra) (veure Mapa III, Annex V)

A efectes de càlcul s'han definit prèviament els següents paràmetres rellevants:

- Alçada de les alternatives.

A l'hora d'assignar les alçades màximes de cada alternativa s'han considerat les seccions facilitades de cada una de les alternatives. Al costat més proper a la carretera de la Gonarda (sector façanes) s'ha assignat als punts cada alternativa l'alçada màxima prevista per a l'edificació (obtinguda sumant l'alçada de l'edifici i la cota de la plataforma). Per altra banda, al costat més allunyat de la carretera de la Gonarda (sector murs) s'ha assignat als punts l'alçada màxima dels murs previstos (obtinguda sumant l'alçada dels murs i la cota prevista de la plataforma). La relació d'alçades de les estructures es detalla en el quadre següent (veure Taula 8):

Alternativa	Alçades (m)	
	Sector façanes	Sector murs
1	8	12,2
2	3	16
3	10	14,8

Taula 8: Alçades considerades per cada alternativa

Aquesta metodologia té limitacions, ja que només es considera el relleu, sense tenir en compte els obstacles que impedeixen la visibilitat com pot ser la vegetació (bosc) o les edificacions dins de zones urbanes.

Els resultats només s'han de considerar a títol orientatiu, tant per la dificultat a l'hora de representar les pròpies estructures de les diferents alternatives (murs, edificis, etc.) com per les limitacions de la metodologia utilitzada.

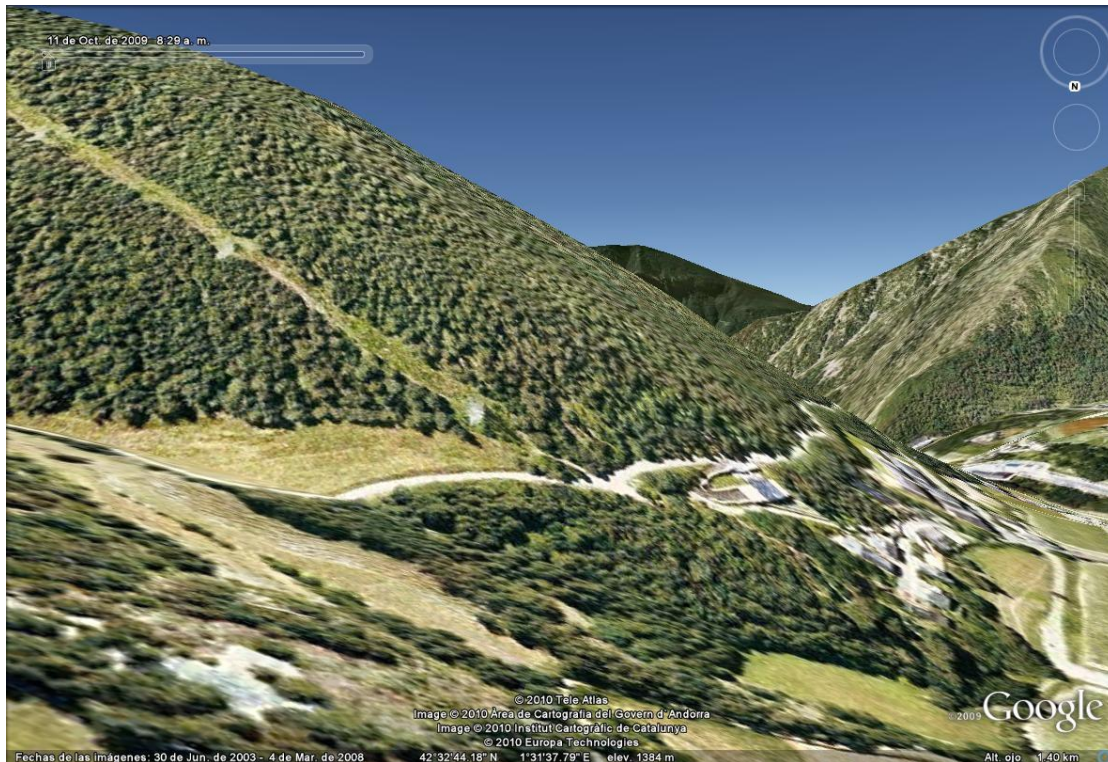
Segons el Mapa de Qualitat del Paisatge del servei de cartografia del Govern d'Andorra, la ETR de La Massana es localitza en una zona àmbit-urbà valor base. Segons aquesta classificació, al tractar-se d'una àrea amb una percepció urbana, la ETR de La Massana no hauria de suposar un impacte important, donat que els principals elements paisatgístics afectats són de caràcter urbà (veure Mapa I, Annex V o bé [7]).

Segons el Mapa de les Unitats del Paisatge d'Andorra (servei de cartografia del Govern d'Andorra) aquesta alternativa se situaria dins la unitat de bosc de coníferes (veure Mapa II, Annex V o bé [8]).

El Mapa Topogràfic del servei de cartografia del Govern d'Andorra del terreny on es vol

implantar aquesta alternativa ens indica que el terreny presenta un pendent pronunciat (veure Mapa III, Annex V o bé [9]), amb una exposició a nord-oest.

En la següent imatge 11 extreta de “Google Earth”, es pot veure una aproximació del fort pendent del terreny.



Imatge 11: Fotografia del terreny de la Gonarda on s'intueix el fort pendent

S'ha procedit a avaluar l'impacte sobre el paisatge de cada una de les alternatives analitzades identificant les zones des de les quals serien visibles cada una de les infraestructures.

Alternativa 1

Aquesta alternativa seria visible des de la part superior i des de la part inferior del propi vessant i, principalment des del vessant oposat i des del nucli de La Massana. A la realitat aquesta visibilitat serà menor ja que la parcel·la està envoltada de vegetació (pineda de pi roig principalment) i, per tant, des del propi vessant la visibilitat serà pràcticament reduïda. Des del vessant oposat també serà visible des d'aquells punts on les pròpies edificacions i la vegetació ho permetin.

En fase d'obra la presència de la maquinària i dels materials d'obra, les excavacions i la zona de desembosc generada serien elements susceptibles de produir impactes des del

punt de vista paisatgístic. Aquests impactes s'han de matisar, com a conseqüència de la seva localització puntual tant en l'espai com en el temps.

La vegetació que envolta la parcel·la on es vol instal·lar la ETR de La Massana també ajudarà a limitar la visibilitat, centrant-se principalment en l'entorn més pròxim.

En fase de funcionament l'impacte es produiria per les pròpies instal·lacions i pel mur de sosteniment del terreny que en aquesta alternativa tindrà una alçada màxima d'uns 16m totals, repartits en dos nivells de 8m.

A nivell d'integració paisatgística aquesta alternativa es trobaria a la cua de alternatives 2 i 3. Presenta una longitud d'uns 86m amb un primer mur al límit de la carretera que en el seu punt més alt tindria una alçada d'uns 8m i, un mur a la part posterior de la plataforma de sosteniment del vessant que en el punt més baix presenta una alçada de 8m, que correspon al punt on el mur al límit de la carretera és més alt. A l'altre extrem de la plataforma, on hi ha l'entrada a la ETR de La Massana, aquest mur posterior presenta una alçada d'uns 12,20m i el mur al marge de la carretera aquí és inexistent. Els edificis i instal·lacions tindran una alçada d'uns 6,5m, i taparan part del mur de sosteniment del vessant, fent que sigui menys visible.

A nivell d'integració paisatgística, les mesures que es podrien portar a terme en aquesta alternativa serien:

- Empedrat del mur que limita amb la carretera per evitar que es vegi el formigó, el qual té un impacte visual major que un mur de.
- Mur de formigó de sosteniment del terreny al fons de la parcel·la amb un acabat que imiti un mur de pedra seca per exemple, o algun altre tipus d'acabat superficial.
- Els edificis es faran amb un 40% de pedra i un 60% de fusta per tal d'integrar-los. Els transformadors també estaran coberts per la part frontal per a que no es vegin.

Valoració en fase d'obra: 3

Valoració en fase de funcionament: 2

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 6

Valoració en fase de funcionament: 4

Alternativa 2

La visibilitat d'aquesta alternativa és molt semblant a l'alternativa 1 tot i que aquesta alternativa seria sensiblement menys visible que la 1 des de l'entorn immediat al tenir el talús de terres amb vegetació per la part anterior.

En fase de construcció els impactes produïts per aquesta alternativa serien semblants als de l'alternativa 1, ja que també implicaria excavacions, desembosc, funcionament de la maquinària, etc.

En fase de funcionament l'impacte es produiria per les pròpies instal·lacions i pel mur de sosteniment del terreny com a l'alternativa 1, que en aquest cas tindrà una alçada d'uns 16m.

A nivell d'integració paisatgística, en aquest cas la plataforma estaria construïda en trinxera, amb una longitud d'uns 92m, conservant-se el talús de terres i la vegetació que hi ha actualment entre la Carretera de la Gonarda i la futura ETR de La Massana. En cas que aquesta vegetació es veiés afectada amb les obres s'hauria de reposar. Aquest talús taparia bona part de l'edifici i de la part baixa del mur. Del mur de la part frontal de la trinxera serien visibles uns 2,85m, els quals pràcticament quedarien tapats per la pròpia vegetació del talús. Del mur de la part posterior de la trinxera que sosté el vessant serien visibles uns 9,5m. Amb la conservació de la vegetació existent en el talús o la plantació de nova en cas que una part es vegi afectada, aquesta alçada es reduiria.

A mig mur posterior, en aquest cas es podria construir una jardinera que ajudaria a reduir la seva visibilitat. Per tant, aquesta alternativa a nivell d'integració en el vessant seria millor que l'alternativa 1.

A nivell d'integració paisatgística, les mesures que es podrien portar a terme en aquesta alternativa serien:

- Conservació de la vegetació, o plantació d'arbres nous en cas que es veiessin afectats amb les obres, al talús que queda entre la plataforma i la Carretera de la Gonarda.
- Construcció d'una jardinera a la meitat del mur pantalla de sosteniment del terreny on poder-hi plantar una filera d'arbres o arbustos que emmascarin el mur.

- Mur pantalla amb un acabat que imiti un mur de pedra seca per exemple, o algun altre tipus d'acabat superficial.

Valoració en fase d'obra: 3

Valoració en fase de funcionament: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 6

Valoració en fase de funcionament: 2

Alternativa 3

La visibilitat d'aquesta alternativa és semblant a les altres dues, tot i que en percentatge és menys visible al ser menys allargada que les altres. Aquesta alternativa també seria molt visible des de l'entorn immediat per l'alçada dels murs. Com en els casos anteriors, des del propi vessant la visibilitat seria nul·la per l'efecte pantalla de la vegetació, així com d'aquelles zones on les edificacions no permetin la visibilitat.

En fase de construcció els impactes produïts per aquesta alternativa serien semblants als de les alternatives 1 i 2, ja que també implicaria excavacions, desembosc, funcionament de la maquinària, etc.

A nivell d'integració paisatgística, en aquest cas al ser una solució quadrada la longitud del mur de sosteniment del terreny serà només d'uns 50m, però amb una alçada de 14,8m en el punt més alt, a l'haver-se d'excavar més profund que l'alternativa 1. Els edificis i instal·lacions taparien uns 10m d'aquest mur.

Aquesta alternativa a nivell d'integració paisatgística es situaria entre la solució 1 i la 2 al tenir el mur de sosteniment més lleugerament més visible que en la primera alternativa, tot i que aquest és de menor longitud que a les altres dues. Com en el cas de l'alternativa 2, es podria construir una jardineria a meitat del mur on plantar arbres de petit port, arbustos o plantes enfiladisses.

A nivell d'integració paisatgística, les mesures que es podrien portar a terme en aquesta alternativa serien:

- Mur pantalla de sosteniment del terreny amb dos nivells, amb un jardinera intermèdia on plantar heures (*Hedera helix*), arbustos o arbres de port petit.
- Mur amb un acabat tipus que imiti un mur de pedra seca per exemple, o algun altre tipus d'acabat superficial.
- Els edificis es faran amb un 40% de pedra i un 60% de fusta per tal d'integrar-los. Els transformadors també estaran coberts per la part frontal per a que no es vegin.

Valoració en fase d'obra: 3

Valoració en fase de funcionament: 2

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració en fase d'obra: 6

Valoració en fase de funcionament: 4

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell d'afectació d'aquest factor ambiental, l'alternativa 2 seria la més visible des d'un entorn pròxim al presentar uns murs més alts. S'ha de considerar també que aquesta que a nivell del receptor més proper que correspon al Xalet Bony de la Coma, tot i que l'alternativa 3 es trobaria a més distància d'aquest habitatge, al tenir una façana més elevada tindria un impacte semblant a l'alternativa 1. Es per això que se'ls ha assignat la mateixa valoració.

5.2.2.4. Efectes sobre la població

En aquest cas s'analitza l'efecte que tindrà sobre la població local la fase de construcció de la ETR de La Massana.

Durant la fase de construcció hi haurà un increment del trànsit rodat de camions, tant per portar el material d'obra com per realitzar els moviments de terres, la qual cosa pot afectar les vies de comunicació per on passin, com pot ser la Carretera de l'Aldosa a la Massana (Carretera Secundaria 335) i la Carretera General Núm. 3. El funcionament de la maquinària generaria uns certs nivells d'emissions i sorolls de l'obra que podrien afectar a la població local, així com també les excavacions i terraplenats. També hi hauria una degradació temporal del paisatge.

Alternativa 1

Valoració: 3

Alternativa 2

Valoració :4

Alternativa 3

Valoració: 3

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell de l'afectació sobre la població local, durant la fase de construcció les 3 alternatives produiran els mateixos tipus d'impactes, però en el cas de l'alternativa 2 es veuran agreujats per la generació d'un major volum d'excavació.

5.2.2.5. Efectes sobre la salut

Pel que fa a l'anàlisi dels efectes que es poden produir sobre la salut amb la implantació de les diferents alternatives considerades s'ha utilitzat com a indicador l'efecte que poden produir els camps electromagnètics (CEM) sobre la població.

Durant la fase de funcionament, els transformadors produïrien uns camps electromagnètics (CEM) (suma d'un camp magnètic i d'un camp elèctric). En relació a la salut, han estat realitzats nombrosos estudis en aquests darrers vint anys sobre l'efecte dels CEM, alguns per organismes oficials com l'OMS (Organització Mundial de la Salut), l'Acadèmia de les Ciències americana, el Despatx Nacional de Radioprotecció anglès (NRPB) i el Centre Internacional de Recerca sobre el Càncer (CIRC). Pel moment, però no se'n pot extreure cap conclusió en relació als efectes del CEM sobre la salut per falta de proves. Aquests estudis han permès a instàncies internacionals, com la Comissió Europea, establir recomanacions relatives a l'exposició del públic als CEM. Aquestes recomanacions permeten garantir "un alt nivell de protecció de la salut". La nova infraestructura doncs compliria amb aquestes recomanacions existents.

Alternativa 1

L'Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20kV a La Massana realitzat per Ambiotec M&S, S.L.U [6] p. 31, exposa les següents conclusions dels camps elèctrics i magnètics generats:

"Per poder fer una estimació dels camps elèctrics (CE) i magnètics (CM) produïts s'han realitzat mesures d'aquests camps en diferents punts de la ETR de la Margineda. Els valors

obtinguts posen de manifest que en tots els punts, i especialment en els que se situarien al perímetre (límit de propietat) de la parcel·la, es troben per sota els límits establerts per la legislació vigent actualment, tant a Espanya com a França i, per les recomanacions d'organismes internacionals. Aquests valors màxims són de 80A/m (100µT) per als camps magnètics (CM) i de 5000V/m per als camps elèctrics (CE).

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) va igualment realitzar un estudi sobre els camps magnètics (CM) i elèctrics (CE) generats per la ETR de la Margineda.

Segons es desprèn d'aquest informe, referent als camps magnètics (CM), tots els valors mesurats, especialment els dels punts exteriors (límit de propietat), són molt inferiors als permesos per la legislació europea, que s'estableixen en 100µT (80A/m). En els punts exteriors a la ETR (fora del límit de propietat), que són els que podrien afectar al públic en general, els valors són tots inferiors a 1µT, establert a Suïssa com a màxim admissible.

Pel que fa al camp elèctric (CE), els valors mesurats en tots els punts se situarien al voltant de 0,15kV/m, molt inferiors als 5kV/m permesos a la Unió Europea, que a la vegada són inferiors als permesos als Estats Units (8kV/m) i al Regne Unit (12kV/m).

La ETR de La Massana serà de dimensions semblants a la ETR de la Margineda però amb un consum energètic menor, amb la qual cosa els camps magnètics (CM) i elèctrics (CE) generats seran menors.”

La instal·lació d'aquesta nova ETR també permetria retirar l'actual ET de NASA, que també és una font generadora de CEM i la qual es troba a només uns 15m de l'habitatge més pròxim (Xalet Bony de la Coma).

A l'Annex IV s'adjunta el *Plànol IV* amb els valors dels camps elèctrics (CE) i camps magnètics (CM) estimats validat per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Valoració: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració: 6

Alternativa 2

En aquesta alternativa tampoc hi hauria cap afectació sobre la població local pels camps electromagnètics (CEM), com en el cas de l'alternativa 1. En aquesta alternativa cal afegir el fet que el talús de terres que queda per davant de la ETR de La Massana esmorteirà encara més els camps electromagnètics (CEM), tot i que a nivell de l'habitatge proper

aquests serien inapreciables.

Aquesta alternativa també permetria retirar l'actual ET de NASA com l'alternativa 1.

Valoració: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració: 6

Alternativa 3

En aquesta alternativa tampoc hi hauria afectació sobre la població pels camps electromagnètics (CEM), com en el cas de les alternatives 1 i 2. Aquesta és l'alternativa on els transformadors se situarien a major distància de l'habitatge més pròxim (Xalet Bony de la Coma), de manera que els camps electromagnètics (CEM) serien pràcticament indetectables a nivell de l'habitatge. En cas que en un futur es construïssin habitatges pròxims a aquesta alternativa, tampoc hi hauria cap impacte sobre aquests pels camps electromagnètics (CEM), ja que se segons les estimacions realitzades, a nivell de la carretera serien inapreciables.

A l'Annex IV s'adjunta el Plànol V amb els valors dels camps elèctrics (CE) i camps magnètics (CM) estimats validat per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Valoració: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració: 6

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell de l'afectació sobre la salut pel funcionament de la ETR s'ha considerat que les tres alternatives presenten una sensibilitat molt baixa, al ser els valors estimats dels camps elèctrics (CE) i camps magnètics (CM) inapreciables a nivell de la carretera.

5.2.2.6. Dificultats de construcció

En aquest cas s'han analitzat les principals dificultats que es donarien en el moment de construir la plataforma on instal·lar-hi la ETR de La Massana.

Alternativa 1

La principal dificultat de construcció serà l'excavació a realitzar per a la formació de la

plataforma i la construcció del mur de formigó de sosteniment del vessant.

Valoració: 3

Alternativa 2

Aquesta alternativa presenta majors dificultats constructives que l'alternativa 1 ja que l'excavació s'haurà de realitzar en trinxera i serà necessari construir dos murs de sosteniment del terreny, un a cada costat de la plataforma. També hi haurà un major volum d'excavació.

Valoració: 4

Alternativa 3

Aquesta alternativa presenta per un costat la necessitat de construir només un mur com a l'alternativa 1, però aquest mur presenta major alçada i el volum d'excavació també és més elevat que a l'alternativa 1 (semblant al de l'alternativa 2).

Valoració: 4

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell de dificultat de construcció s'ha considerat que les alternatives 2 i 3 presentarien dificultats més importants pel major volum d'excavació i la major alçada dels murs de sosteniment, motiu pel qual se'ls ha assignat una puntuació més elevada.

5.2.2.7. Dificultats d'ampliació de l'ETR

En aquest cas s'han analitzat les principals dificultats que es donarien en el moment de d'ampliar la ETR de La Massana per les diferències previstes per fer-hi front.

Alternativa 1

L'alternativa 1 està equipada amb dos transformadors i una cel·la buida prevista per allotjar un tercer transformador de les mateixes característiques que els dos ja instal·lats. En quan a l'ampliació de l'aparellatge elèctric, gràcies a la modularitat del sistema escollit en les tres alternatives no presenta una gran dificultat ni impediment de realitzar l'ampliació sense afectar el servei. Així doncs, està prevista per poder augmentar des dels 36 MVA en servei i 36 MVA de socors fins a 72MVA en servei i 36MVA de socors sense afectar l'explotació.

Valoració: 1

Alternativa 2

Aquesta alternativa presenta exactament les mateixes característiques que en el cas anterior..

Valoració: 1

Alternativa 3

Aquesta alternativa presenta per un costat la necessitat de construir només dues cel·les per allotjar només dos transformadors però, per altra banda, per fer front a la possible major demanda a llarg termini, es preveu la substitució d'un o dels dos transformadors per transformadors de major potència i per tant les cel·les han de ser més grans que en les alternatives anteriors.

Aquest fet té un efecte en l'explotació per una banda, ja que per canviar un transportador s'ha de fer sense tensió i, per tant, havent consignat i basculat la càrrega que alimentava. I per altra banda, canviar el transformador suposa eliminar el vell. Aquest transformador substituït queda, doncs, lliure.

La gran majoria de transformadors de FEDA responen a les mateixes característiques del transformador que seria substituït, així doncs aquest transformador alliberat, serviria de recanvi en cas de necessitat en qualsevol altra ETR del principat. Les capacitats d'ampliació dependran, doncs, de l'espai disponible a les cel·les.

Valoració: 2

Síntesi global de les alternatives considerades:

A nivell de dificultat de construcció s'ha considerat que les alternatives 1 i 2 presentarien més facilitats d'ampliació motiu pel qual se'ls ha assignat una puntuació més baixa. Per altra banda l'escenari on la necessitat d'una ampliació de la potència de l'ETR de La Massana queda en un horitzó molt allunyat gairebé inexistent, es per això que totes les valoracions són sensiblement baixes.

5.2.2.8. Cost econòmic de l'execució

En aquest cas s'han analitzat les principals activitats que generen cost durant la construcció de l'obra.

Per a poder analitzar les diferències de cost, s'ha partit del cost previst de l'opció base, l'alternativa 1. El cost previst segons el projecte inicial és de 1.316.925,95 € per la construcció de l'alternativa 1. És un cost aproximat i que respon a la previsió inicial de

1.500.000 €. Aquest cost contempla 2 tipus de partides que s'han definit així per facilitar la comprensió de l'anàlisi.

Per una banda, la partida 1; contempla l'excavació i terres, la construcció dels murs (sense tenir en compte micropilots¹⁴ ni tensors), l'empedrat superficial d'imitació d'un mur de pedra seca o similar. Aquesta partida pretén agrupar totes les activitats les quals el cost diferirà segons l'alternativa estudiada.

Per altra banda, la partida 2: contempla totes les activitats per la construcció de les plataformes i els edificis que s'estimen igual en les tres alternatives analitzades.

En la següent Taula 9, es presenta els costos previstos i la desviació respecte el projecte inicial (alternativa 1). En l'annex VI, es troben les dades per l'elaboració d'aquesta Taula resum.

Descripció	Cost previst	Desviació Cost
Alternativa 1	1.316.925,95 €	- €
Alternativa 2	1.797.841,95 €	480.916,00 €
Alternativa 3	1.506.826,95 €	189.901,00 €

Taula 9: Previsió i desviació dels costos de les diferents alternatives

Alternativa 1

És l'alternativa que presenta uns costos menors per l'execució del projecte, així doncs es valora amb l'impacte més baix contemplat.

Valoració: 1

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració: 2

Alternativa 2

Aquesta alternativa presenta majors costos d'execució degut al gran moviment de terres que exigeix. El cost de construir aquesta alternativa augmenta un 36,5% respecte l'alternativa 1 i un 19,3 % respecte l'alternativa 3. És doncs l'alternativa més cara.

Valoració: 4

Valoració amb el factor de ponderació:

¹⁴ Element constructiu de diàmetre inferior a 300mm, utilitzat per cimentacions profundes. La principal funció és transmetre les càrregues de la estructura de la obra a un capa resistent del terra.

Valoració: 8

Alternativa 3

Aquesta alternativa presenta un cost que es situa entre els costos de les altres dues alternatives. Presenta un augment d'un 14,4% respecte l'alternativa inicial.

Valoració: 2

Valoració amb el factor de ponderació:

Valoració: 4

Síntesi global de les alternatives considerades:

Segons els càlculs presentats en l'annex VI, el cost de la partida 1 de les alternatives és el següent:

Alternativa 1: 599.004,00 €

Alternativa 2: 1.079.920,00 €

Alternativa 3: 788.905,00 €

Els costos calculats són aproximats però, la diferència de costos en l'alternativa 2 s'accentua si no es considera la partida 2. És per aquest motiu que s'ha valorat sensiblement més alta l'alternativa 2.

5.2.3. Resum final dels impactes

En la Taula 10 es pot consultar el resum de la valoració dels impactes de les diferents alternatives analitzades.

Factors analitzats	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Territori	2	2	2
Soroll	16/8*	12/8*	8/4*
Paisatge	6/4*	6/2*	6/4*
Població	3	4	3
Salut	6	6	6
Dificultat de construcció	3	4	4
Dificultats d'ampliació	1	1	2
Costos econòmics	2	8	4

Puntuació total:	39/12	43/10	35/8
-------------------------	--------------	--------------	-------------

Taula 10: Taula resum de les valoracions

*El segon valor indica fase de funcionament

Finalment, a la taula 11, es pot consultar la valoració dels impactes en fase de construcció i, tenint en compte el funcionament, de cada alternativa i la puntuació final sumant les dues valoracions.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Fase de construcció	39	43	35
Fase de funcionament	12	10	8
Puntuació total:	51	53	43

Taula 11: Valoració global dels impactes

6. Cost del projecte

Aquest capítol presenta el cost econòmic previst per la realització del projecte, en particular del projecte objecte d'aquest document i en grans trets del cost del projecte de construcció d'una nova ETR a La Massana

6.1. Cost de recursos humans

El cost de recursos humans respon als honoraris de les persones involucrades en el projecte.

La realització del projecte corre a càrrec dels enginyers de FEDA, en concret un enginyer d'obra civil, encarregat de la realització dels plànols de la plataforma, dels accessos i de les edificacions amb col·laboració i direcció d'un enginyer encarregat de l'obra elèctrica. A més, un enginyer júnior encarregat d'elaborar els informes i estudis pertinents. La dedicació horària suma, aproximadament, 30 hores a la setmana durant 16 setmanes per part de l'enginyer d'obra civil, 15 hores a la setmana durant 16 setmanes per part de l'enginyer d'obra elèctrica i 20 hores durant 16 setmanes per part de l'enginyer júnior. A més d'unes 50 hores de reunions i discussions del projecte amb els enginyers de FEDA i empreses interessades en l'execució del projecte.

Cal comentar que dins les 320 hores dedicades per part de l'enginyer júnior s'hi inclouen les hores de formació i visita a les diferents instal·lacions de FEDA que han permès comprendre el funcionament de la tecnologia emprada per a realitzar els anàlisis.

6.2. Cost dels recursos materials

Per a la execució del projecte es realitzà l'encàrrec a la Universitat Politècnica de Catalunya de realitzar un estudi dels Camps Elèctrics i Magnètics (CEM) en una instal·lació similar a l'ETR de La Massana, a més, es demanà als enginyers d'Ambiotec S.L. un anàlisi de les mesures preses per la Universitat Politècnica de Catalunya. En global, l'estudi i l'anàlisi s'aproximen al preu de 3.500 €.

Es considera, a més, l'ús de les instal·lacions, recursos informàtics i transport a les instal·lacions visitades.

El concepte d'ús de les instal·lacions durant la realització del treball s'imputarà el 5% del cost del projecte.

Per a la realització del projecte s'ha considerat el cost del material d'oficina i els trajectes de desplaçament amb vehicles de l'empresa pel valor de 100€. Per un total de 6 desplaçaments d'uns 15 km cada un i l'ús de material d'oficina durant els 5 mesos.

Pel que fa al material informàtic es consideren 3 ordinadors amb els programes i llicències necessàries per a la redacció dels informes i realització dels plànols pertinents amb el cost de 700€ la unitat amortitzables en 5 anys. Pel càlcul del cost de l'ús del material informàtic s'han considerat 4 mesos.

6.3. Cost total del projecte

A continuació es detalla el cost segons les partides comentades.

Partida	Unitats [h]	Cost unitari [€/u]	Cost
Enginyer Junior	370	10,00 €	3.700,00 €
Enginyer d'Obra Civil	480	25,00 €	12.000,00 €
Director del projecte	240	45,00 €	10.800,00 €
Cost recursos humans			26.500,00 €

Taula 12: Pressupost parcial recursos humans

Partida	Unitats	Cost unitari [€/u]	Cost
Estudi UPC i anàlisi Ambiotec	2	1.750,00 €	3.500,00 €
Ordinador	3	46,66 €	139,98 €
Material d'oficina	1	100,00 €	100,00 €
Cost recursos materials			3.739,98 €

Taula 13: Pressupost parcial recursos materials

Partida	Cost
Recursos humans	26.500,00 €
Recursos materials	3.739,98 €
ús instal·lacions (5%)	1.325,00 €
Cost del projecte sense IGI	31.564,98 €
Impostos (4%)	1.262,60 €
Cost del projecte amb IGI	32.827,58 €

Taula 14: Resum del pressupost

Aquesta partida de preu per a la realització del present treball de fi de grau, s'inclou en la partida "Avantprojecte i projecte Obra Civil" de la següent Taula 15. En la Taula 15 es presenta la previsió de costos del projecte de construcció de la nova ETR de La Massana

Resum:	U	Quantitat
Avantprojecte i Projecte OC	€	40.000
Plataforma i accessos	€	1.538.826
Assistència a Enginyeria Obra Elèctrica	€	30.000
Obra Elèctrica Subministrament	€	5.568.180,00
Obra Elèctrica Treballs	€	3.951.450,00
TOTAL ETR MASSANA		11.096.457

Taula 15: Resum pressupost aproximat del projecte de construcció d'una nova ETR a La Massana

Conclusions

La construcció de una nova ETR a La Massana, per donar servei a les Valls del Nord tindria forts impactes en la millora del servei de FEDA i de l'explotació de la xarxa elèctrica actual.

Per una banda permetria disminuir la càrrega elèctrica de l'ETR d'Encamp, aquesta ETR actualment subministra el 56% de l'energia elèctrica total subministrada al Principat d'Andorra. L'ETR d'Encamp, alimenta les dues línies de mitja tensió que donen servei a la distribuïdora local Nord Andorrà S.A.. Aquestes dues línies suposen el 22,9% de càrrega total que es subministra a través de l'ETR d'Encamp. Així doncs, amb la implementació de la nova ETR, s'alliberaria el 22,9 % de l'ETR d'Encamp facilitant així l'acollida de la demanda elèctrica a llarg termini de les parròquies centrals; Andorra la Vella i Escaldes Engordany.

Per altra banda la construcció d'aquesta nova ETR, permetria millorar el servei i l'explotació de la xarxa de Nord Andorrà S.A. i l'eficiència elèctrica de la xarxa de FEDA. A més el projecte consolida l'objectiu d'assegurar el subministrament d'energia elèctrica a llarg termini amb inversions a mig termini.

Per a dur a terme el projecte tenint en compte i considerant els interessos de les autoritats locals i dels veïns de l'Aldosa, FEDA elabora 3 alternatives de disseny i diverses alternatives de localització.

Un cop analitzades les diferents alternatives d'implantació i emplaçament de la ETR considerades amb la metodologia proposada s'arriba a la conclusió que el terreny 1 presenta millors característiques per adoptar la nova ETR i l'alternativa 3 presentaria una millor capacitat d'acollida (menor afectació del conjunt dels factors i indicadors ambientals, paisatgístics, tècnics i econòmics considerats) i, per tant unes repercussions menors si considerem els diferents factors analitzats.

Cal indicar però que tot i presentar l'alternativa 3 una millor capacitat d'acollida amb la valoració conjunta dels factors i indicadors considerats, les tres alternatives considerades i analitzades són igualment compatibles a nivell ambiental i a nivell executiu.

Tot i haver escollit l'alternativa 3 com la més favorable, presenta puntuacions desfavorables en diferents indicadors. En quant a efectes paisatgístics l'alternativa 2 obté la puntuació més favorable, per presentar-se una implantació parcialment soterrada. Pel que fa a les dificultats de construcció, l'alternativa 1 presenta una millor puntuació al reduir considerablement la quantitat de treballs d'excavació per dur a terme. Per altra banda, també ofereix un valor desfavorable en quant a la dificultat d'ampliació de la subestació per

presentar diferents característiques tècniques, les quals requeriran de treballs a la xarxa per a poder implantar l'ampliació. Treballs inexistents en les altres dues alternatives.

Des del punt de vista de l'afectació per les emissions acústiques i sobre la salut pels camps electromagnètics (CEM) generats pels transformadors un cop la ETR de La Massana estigui en ple funcionament, les 3 alternatives presenten la mateixa puntuació respecte els camps electromagnètics (CEM), al no produir-se impactes sobre la població per aquest factor tal i com s'ha esmentat amb l'anàlisi de les alternatives. Des del punt de vista de l'impacte acústic, en fase de funcionament s'ha donat una puntuació inferior a l'alternativa 3 (millor capacitat d'acollida) al trobar-se més allunyada de l'habitatge més proper.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] SIEMENS AG, *Gas-Insulated switchgear up to 145 kV, 40 kA, 3150 A type series 8DN8, Answers for energy*, 2010 p. 4
- [2] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *Use and Handling of Sulphur Hexafluoride (SF6) in High Voltage Switchgear and controlgear* (IEC 61634 – Edition 1995 – 04)
- [3] Sulphur Hexafluoride leaflet (Solvay Fluor and Derivate. 1999)
- [4] PIERS FORSTERS & OTHERS: *Climate Change 2007: the Physical Basis. Vol. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Capítol 2: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, 2007, p.212.:*
- [5] GENERAL CABLE. *Système de cables souterrains haute et très haute tension*, 2016, p. 12.
- [6] AMBIOTEC M&S, S.L.U.. *Informe de l'impacte dels Camps Electromagnètics i de les emissions acústiques de l'Estació Transformadora i Repartidora 110/20 kV a la Massana*. Andorra la Vella, 2017.
- [7] GOVERN D'ANDORRA. IDE ANDORRA [el línia]. *Mapa Qualitat del Paisatge d'Andorra*.
<<http://www.ideandorra.ad/geoportal/index.jsp?wmcid=c488b4f3-eff4-4ad8-b198-9223a0237220&lang=CA&header=true&toc=true&footer=true&tools=true&search=false&bgnd=true&navtools=true&overview=true&overviewexpanded=true>>
- [8] GOVERN D'ANDORRA. IDE ANDORRA [el línia]. *Mapa Unitats de Paisatge d'Andorra*.
<<http://www.ideandorra.ad/geoportal/index.jsp?wmcid=d7ed9725-5a8f-4f7e-8ca2-ab3cca118efa&lang=CA&header=true&toc=true&footer=true&tools=true&search=false&bgnd=true&navtools=true&overview=true&overviewexpanded=true>>
- [9] GOVERN D'ANDORRA. IDE ANDORRA [el línia]. *Mapa Topogràfic d'Andorra 2014*.
<<http://www.ideandorra.ad/geoportal/index.jsp?wmcid=3db8ea26-a6f4-4be9-8757->>

f6333576bc08&lang=CA&header=true&toc=true&footer=true&tools=true&search=false
&bgnd=true&navtools=true&overview=true&overviewexpanded=true>

[<http://www.upc.es/slt/cat/publicacions/gl2/gl2.htm>, 21 de setembre de 2000]*. *[URL,
data de consulta].

Bibliografia complementària

Per la informació que facilita sobre l'aparellatge elèctric amb embolcall metàl·lic i aïllat en gas, es de recomanable lectura el següent document:

[10] CAPIEL. *Switchgear and SF6 gas*. 2002

Pel que fa al procés de desenvolupament d'un estudi del medi ambient, paisatgístic i de l'adaptació al medi. Es de lectura recomanada el següent document, ha marcat les bases de l'estudi realitzat així com dels indicadors analitzats i el procés d'avaluació.

[11] ESPINOSA GUILLERMO. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*, Centro de Estudios para el Desarrollo – CED Santiago – Chile, 2001.